

KOMFORTGOLVVÄRME I FLERBOSTADSHUS

*OLIKA TEKNISKA LÖSNINGAR OCH
BERÄKNINGSMETODIKERS PÅVERKAN PÅ
ENERGIPRESTANDA*

Björn Berggren & Rasmus Westin

2016-11-11

FÖRORD

Denna studie genomfördes under 2016 för att skapa sund konkurrens och incitament för att undersöka och välja olika tekniska lösningar för komfortgolvvärme. Vi såg en utveckling mot att komfortgolvvärme på förenklade grunder valdes bort – utan att dess energipåverkan undersöktes ordentligt. Vi hoppas att underlaget kan bidra till fortsatt diskussion kring golvvärme så att det skapas incitament för att välja tekniska lösningar som skapar både god komfort och låg energianvändning. I förlängningen hoppas vi även på en diskussion kring hur golvvärme ska beaktas på ett gemensamt sätt inom branschen genom Sveby.

Det huvudsakliga arbetet utfördes av undertecknade som är huvudförfattare till rapporten. Även Kristina Fägerskiöld, tidigare anställd på Skanska Teknik, bidrog med kunskap och engagemang.

Stort tack till referensgruppen och ett särskilt tack till Kristina Fägerskiöld. Alla har, prestigelöst, bidraget till innehållet i denna rapport.

Referensgrupp:

Bo Lindholm, Assemblin

Per Levin, Sveby/Projektengagemang

Caroline Erström, Bonava/Ncc

Pär Carling, EQUA

Sune Häggbom, Sunda Hus Rådgivning

Per Kempe, Projektengagemang

/Björn Berggren & Rasmus Westin – Energigruppen, Skanska Teknik

Stockholm, 2016-11-11

SAMMANFATTNING

Detta projekt har undersökt hur branschen tolkar och hanterar komfortgolvvärmes förväntade energianvändning i badrum i flerbostadshus. Med komfortgolvvärme avses:

Komfortgolvvärme avser alla golvvärmesystem i bostäder (oavsett värmebärare och styrning) som inte krävs för att upprätthålla avsedd inomhustemperatur vid dimensionerande förutsättningar.

Idag anger Sveby följande:

I de fall komfortgolvvärme i badrum förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad till hushållselen. [...] Tillgodogjord andel för driftel (fastighetsel) får anses vara den samma som för hushållselen, dvs. 70 %.

Projektet har visat att kunskapsnivån avseende Sveby och våra byggregler är för låg. Det behövs mer utbildningsinsatser vilket skulle leda till mer förutsägbarhet och sundare konkurrens i byggbranschen.

Avseende komfortgolvvärme i badrum så har val av temperatur störst påverkan på komfortgolvvärmens energianvändning. Frånluftsflöde i relation till badrumsgolvyta har också en tydlig påverkan. Vid 26 °C badrumsgolvtemperatur uppnås en energianvändning som ungefär motsvarar Svebys nuvarande schablon. Vid 24 °C golvtemperatur motsvarar ca 40 % av schablonen. 22 °C golvtemperatur motsvarar mindre än 10 % av schablonen.

Projekt som önskar att uppnå låg energianvändning för komfortgolvvärme rekommenderas:

- Sänk golvtemperaturen på komfortgolvvärmen, installera någon form av maxbegränsning.
- Golvisolering i badrummet kan minska energianvändningen med upp till 30 %.
- Golvisolering i kombination med schemastyring i badrummet kan ytterligare minska energianvändningen, cirka 10 %-enheter upp till 40 %
- Rekommendera boende att hålla badrumsdörren stängd
- Väl isolerade badrumsväggar
- Isolera bjälklag

Komfortgolvvärme bör kunna installeras i projekt och avsteg göras från Svebys rekommendation förutsatt:

- Teknisk lösning är tydligt definierad
- Normalt brukande är definierat och de boende informeras om detta
- Beräkning/simulering utförs i projektet där det är möjligt att simulera komfortgolvvärme med hänsyn tagen till teknisk lösning och användande
- Mätning/verifiering genomförs i projektet så att det är möjligt att se om golvvärme används som avsett. För att möjliggöra eventuell korrigering av uppmätt energianvändning

Energianvändningen är starkt beroende av valet av golvvärmemetemperatur, brukarnas beteende. Baserat på resultatet från denna analys går det dock inte att dra några slutsatser om vad som kan anses som normalt brukande gällande komfortgolvvärme i badrum.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
1.1	BAKGRUND	4
1.2	SYFTE	5
1.3	GENOMFÖRANDE	5
1.4	RAPPORTUPPLÄGG	5
2	LITTERATURSTUDIE	6
2.1	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	6
2.2	VANLIGA TEKNISKA LÖSNINGAR	7
2.3	ANALYS OCH DISKUSSION	8
3	ENKÄTUNDERSÖKNING	9
3.1	BAKGRUND	9
3.2	RESULTAT OCH DISKUSSION	9
3.3	ANALYS OCH DISKUSSION	15
4	SIMULERINGAR.....	16
4.1	FÖRUTSÄTTNINGAR	16
4.2	RESULTAT	22
4.3	ANALYS OCH DISKUSSION	31
5	SLUTSATSER	33
6	REFERENSER.....	34
7	BILAGOR	36
7.1	BILAGA A – ENKÄTFRÅGOR	36
7.2	BILAGA B – BERÄKNINGSEXEMPEL	40

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Krav avseende energiprestanda har skärpts succesivt i Sveriges byggregler sedan dess att krav på specifik energianvändning infördes 2006[1-3]. För närvarande pågår även arbete med att definiera vad som avses med en ”nära-nollenergibygnad”.

Enligt det senaste energiprestandadirektivet från EU[4] ska alla byggnader senast den 31 december 2020 vara nära-nollenergibygnader. Alla nya byggnader som ägs och används av offentliga myndigheter ska vara nära-nollbyggnader den 31 december 2018.

I samband med att energikrav har skärpts har ”långt hängande frukter” implementerats i byggsektorn. Med det avses förhållandevis enkla och kostnadseffektiva åtgärder. Att finna åtgärder som ytterligare förbättrar byggnaders energiprestanda blir svårare och svårare och finna, och byggnaders installationer blir en allt viktigare del som kan få stor påverkan på byggnaders slutgiltiga energiprestanda samtidigt som små misstag kan få stora konsekvenser[5].

En stor del av flerbostadshus energianvändning är idag direkt beroende av brukarna. Det gäller främst hur mycket varmvatten de använder, men även personnärvaro, vädring, användande av hushållsel, komfortgolvvärme i badrum mm.

För att likställa förutsättningarna, skapa sund konkurrens och möjliggöra verifiering av energiprestanda i byggnader har branschen skapat Sveby[6].

I brukarindata för energiberäkningar för bostäder anger Sveby bl.a. vilken inomhustemperatur som skall förutsättas, hur stor mängd varmvatten som kan antas nyttjas m.m.[7].

Avseende komfortgolvvärme i badrumsgolv anger Sveby följande:

I de fall komfortgolvvärme i badrum förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad till hushållselen. [...] Tillgodogjord andel för driftel (fastighetsel) får anses vara den samma som för hushållselen, dvs. 70%.

Detta kan tolkas och hanteras olika. Två olika hanteringar skulle kunna vara att man:

1. Genomför en energiberäkning utan hänsyn till golvvärme och därefter gör ett påslag på energi för golvvärme med 1000 kWh/år samt drar av 700 kWh/år från byggnadens primära värmesystem.
2. Genomför energiberäkning med internlast i badrum som motsvarar 70 % av 1000 kWh/år.

Dessa två olika hanteringar kommer att ge olika resultat avseende beräknad energiprestanda. Används den första hanteringen så innebär det en ökad beräknad specifik energianvändning om 5 kWh/m² A_{temp}, år i en lägenhet om 60 m² jämfört med alternativ två som är beroende av att byggnadens värmebehov, klimatskal, ventilation, placering i Sverige m.m. Det förstnämnda hanteringssättet ger en stor påverkan som är svår att kompensera för i energieffektiva byggnader om inte egen energi ska genereras genom exempelvis solceller eller solfångare.

Utöver denna problematik så innebär denna typ av fast schablon att incitament saknas för att välja tekniska lösningar som minskar energianvändningen för komfortgolvvärme (eftersom ingen hänsyn tas till styrning, installerad effekt, isolering mm).

Nya byggnader skall ha hög energieffektivitet och hållbarhet utan att göra avkall på komfort. De vägledande anvisningarna i Sveby:s brukarindata gällande komfortgolvvärme kan orsaka en styrning i projekten som leder till att komfort väljs bort för att nå lägre beräknad specifik

energianvändning. Detta sker eftersom beräkningen utförs baserat på en årsschablon som inte går att välja för mer eller mindre energieffektiva komfortgolvvärmesystem.

Att beräkningar kan utföras olika beroende av hur Sveby:s riktlinjer tolkas samt att inga incitament skapas för energieffektiva lösningar motverkar sund konkurrens inom byggbranschen.

1.2 Syfte

Det huvudsakliga syftet med projektet har varit att skapa sund konkurrens och incitament för att undersöka och välja olika tekniska lösningar för komfortgolvvärme.

Detta genom att:

1. Undersöka hur Sveby:s riktlinjer vanligtvis tolkas avseende hur komfortgolvvärme skall inkluderas vid beräkning av byggandens specifika energianvändning.
2. Undersöka hur den specifika energianvändningen kan påverkas av komfortgolvvärme med hänsyn tagen till val av olika tekniska lösningar samt styrning och användning av dessa.

1.3 Genomförande

Projektet har genomförts i tre steg:

1. En inledande litteraturstudie genomfördes med fokus på tidigare studier. Tillgängliga system på marknaden samt möjlig styrning av dessa undersöktes även.
2. En enkät genomfördes för att undersöka hur komfortgolvvärme hanteras konsulter idag i samband med energiberäkningar.
3. Baserat på resultat från litteraturstudier och enkät gjordes simuleringar med IDA ICE 4.6[8] för att undersöka hur stor påverkan golvvärme kan få på ett flerbostadshus energiprestanda. För att ta hänsyn till värmeledning genom bjälklag, som ej hanteras av IDA ICE har även beräkningar genomförts med HEAT 2.9[9]. Detta förklaras under avsnittet "Simuleringar".

Projektet har avgränsats till att gälla komfortgolvvärme i badrum. Inom projektet har följande definition arbetats fram för att skilja på "golvvärme" och "komfortgolvvärme":

Komfortgolvvärme avser alla golvvärmesystem i bostäder (oavsett värmebärare och styrning) som inte krävs för att upprätthålla avsedd inomhustemperatur vid dimensionerande förutsättningar.

1.4 Rapportupplägg

I rapportens första avsnitt görs en avgränsning av omfattningen av arbetet. I kapitel två redovisas en litteraturstudie gällande tidigare studier inom ämnet och vanliga tekniska lösningar. Därefter redovisas resultatet av genomförd enkätundersökning (enkätfrågor redovisas som bilaga). I avsnitt fyra görs en genomgång av de genomförda beräkningar och simuleringar som genomförts. Avsnittet redovisar förutsättningar, resultat samt diskuterar och analyserar resultaten. Rapporten avslutas med avsnitt fem som redovisar de slutsatser som dragits från genomfört arbete. I avsnitt sex redovisas därefter referenser. I bilaga A redovisas enkätfrågor och i bilaga B redovisas ett beräkningsexempel som visar hur resultaten från simuleringarna kan nyttjas för förenklad beräkning som tar hänsyn till komfortgolvvärme.

2 LITTERATURSTUDIE

Som en del i detta projekt har en litteraturstudie genomförts. Litteraturstudien har syftat till att kartlägga vilka tidigare undersökningar som har genomförts, vilka tekniska lösningar som är tillgängliga på marknaden idag samt vilka tekniska lösningar som är vanligast förekommande.

2.1 Tidigare undersökningar

Det finns en förhållandevis stor mängd tidigare studier genomförda kopplade till golvvärme. Dessa fokuserar vanligtvis på energieffektivitet ur ett större systemperspektiv[10-19] eller uppvärmning/komfort[20-24].

Förutom en studie[24], så studeras ej specifikt komfortgolvvärme. Golvvärme berörs dock genom att man gör beräkningar, uppskattningar eller mätningar som kommer fram till att komfortgolvvärme kan öka energianvändningen i bostäder med 2-10 kWh/m² A_{temp}, år[11, 18, 19]. I andra fall konstaterar man, utan att kvantifiera, att golvvärme och/eller komfortgolvvärme kan kraftigt öka energianvändningen[12, 15, 16].

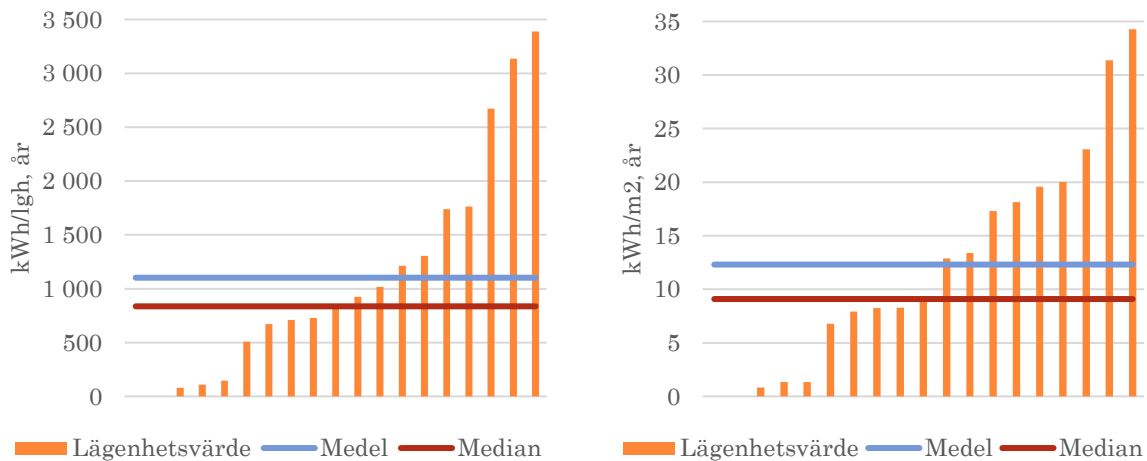
Där golvvärme specifikt studeras och modelleras med olika styrning och placering i byggnad[24] resulterar detta i att energianvändningen kan variera mellan knappt 150 kWh/år och drygt 420 kWh/år i ett badrum. Påverkan på en hel byggnad, utvärderas dock ej.

De flesta som inkluderar golvvärme eller komfortgolvvärme genomför teoretiska simuleringar/beräkningar. För dessa beräkningar baseras vanligtvis indata för beräkningar på underlag från Sveby[7]. Sveby anger, som tidigare nämnts i inledningen, att:

I de fall komfortgolvvärme i badrum förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad till hushållselen. [...] Tillgodogjord andel för driftel (fastighetsel) får anses vara den samma som för hushållselen, dvs. 70 %.

Detta baseras på en större studie som Energimyndigheten utfört i 400 hushåll[25]. Studien som Energimyndigheten genomförde, gjordes under perioden 2005 till 2008 och omfattade mätningar av elanvändningen på apparatnivå i 400 hushåll. Syftet med undersökningen var att kartlägga elförbrukningen per apparat och visa förbrukningsmönster. I den studien gjordes mätningar av golvvärme i totalt 96 hushåll (19 lägenheter och 77 hus) och resultatet visade en stor spridning på energianvändningen kopplad till golvvärme.

Energianvändningen var för lägenheterna 0-3389 kWh/lgh, år, med ett medelvärde och medianvärde om 1103 kWh/lgh, år respektive 836 kWh/lgh, år. Studien innehåller även information om lägenhetsstorlekar, med hjälp av detta kan även energianvändning i förhållande till golvarea beräknas. Detta varierade mellan 0-34 kWh/m², år, med ett medelvärde och medianvärde om 12 kWh/m², år respektive 9 kWh/m², år. Se även Figur 1.



Figur 1 Fördelning av energianvändning samt medel- och medianvärde för mätning i 19 lägenheter[25]. Till vänster redovisas energi på lägenhetsnivå och till höger fördelat på golvet area

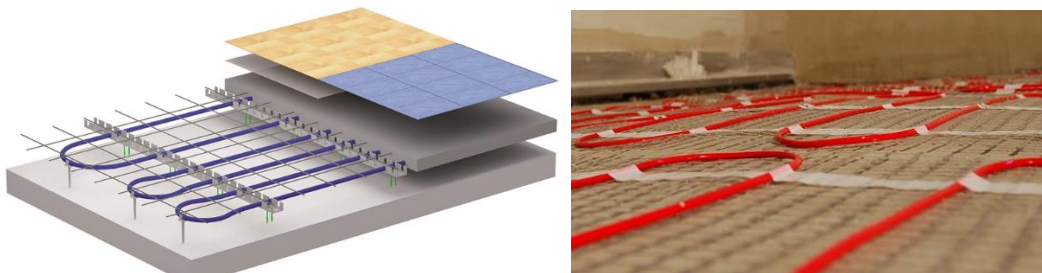
2.2 Vanliga tekniska lösningar

Golvvärme kan installeras i kombination med de flesta ytskikt, men rekommenderas inte för trägolv > 30 mm [26]. Golvvärme kan förenklat delas in i två huvudsakliga kategorier:

- Vattenburen golvvärme
- Elburen golvvärme

I bägge fallen rör det sig om slingor som på olika sätt installeras i övre del av golvkonstruktion.

Vattenburen golvvärme innebär att varmt vatten cirkuleras i slingor i golvet. Dessa gjuts vanligen in i betong i samband med nyproduktion. Vattenburen golvvärme kan även installeras i och på träbjälklag eller ovanpå befintliga betongbjälklag. Montage och utförande varierar något beroende av typ av ytskikt.



Figur 2 T v Vattenburen golvvärme i betong [27]. T h Elburen golvvärme på flytspacklad yta [28]

Golvvärme med hjälp av elslingor gjuts sällan in i konstruktioner utan monteras vanligtvis i skikt av spackel/bruk under tätskikt, som därefter täcks med det slutgiltiga ytskiktet.

Golvvärme kan styras på principiellt tre olika sätt:

- Reglering av tillförd effekt
- Golvtemperatur
- Rumstemperatur

Reglering av tillförd effekt är den enklaste typen av styrning. Denna typ innebär att avgiven värmeeffekt från golvvärmesystemet regleras analogt, oberoende av andra förutsättningar. Reglering baserat på golvtemperatur innebär att en givare, som registrerar golvets temperatur, monteras strax under golvets ytskikt. Vanligtvis i spackel/fästmassa för klinker. För att reglera

mot en specifik rumstemperatur krävs en rumsgivare. Denna kan vanligtvis vara integrerad i den regleringsenhet/termostat som ska styra golvvärmen.

Ovanstående alternativ kan ofta kombineras med någon form av timer och maxbegränsning. Timer innebär att användande av golvvärme kan styras över tid. Exempelvis att golvvärmen slås igång på morgonen för att stängas av vid lunch. Maxbegränsning styrs vanligtvis av installatören, vilken exempelvis kan ställa in ett maximalt värde för att säkerställa att höga temperaturer, som är olämpliga för tätskikt, kan ställas in/nås. Det finns även exempel på regleringsenheter där brukaren kan välja att golvtemperaturen ska vara ett specifikt antal grader högre än rummets temperatur, olika typer av fördröjningar m.m.[29].

2.3 Analys och diskussion

Litteraturstudien fann enbart en studie som fokuserar specifikt på komfortgolvvärme i badrum [24]. Denna studie inkluderat dock energianvändningen för en hel byggnad/projekt utan undersökte enbart energianvändning för golvvärmen. Inga studier identifierades där tillgodogjord energi studerades. D.v.s. hur stor del av energin/värmen från golvvärmen som minskade byggnadens specifika energianvändning och hur mycket som blev överskott, som brukarna vädrar bort eller motsvarande.

Den studie som ofta åberopas [25] har enbart, gällande flerbostadshus, gjort mätningar av golvvärme i 19 lägenheter. Resultatet visar på stor spridning och det finns inget underlag avseende vad för typ av styrning som funnits i dessa lägenheter och hur de nyttjats. Medianvärdet för dessa 19 lägenheter, 836 kWh/lgh, år, är 24 % under medelvärdet, vilket visar på att det finns några fall med mycket hög energianvändning som ger ett högt medelvärde 1103 kWh/lgh, år.

Ovanstående visar att det inte finns ett säkert underlag för att konstatera att 70 % av golvvärmeenergi kan antas komma en byggnad tillgodo, rekommendationen som ges av Sveby (se 1.1Bakgrund). Vidare är underlaget avseende antagande om normalt brukande knappt.

3 ENKÄTUNDERSÖKNING

3.1 Bakgrund

Enkätundersökningen genomfördes i syfte att undersöka hur golvvärme hanteras idag i samband med simuleringar/beräkningar av byggnaders energiprestanda. Enkäten gick ut till användare av energisimuleringsprogram. Det innebar ett förhållandevis stort utskick, enkäten gick ut till 338 respondenter.

Enkäten bestod av 20 frågor och delades in i tre delar. Den första delen bestod i grundläggande frågor om yrkeserfarenhet, arbetsuppgifter m.m. Därefter ställdes frågor kring hur golvvärme hanterades i simuleringar/beräkningar utan att respondenterna fick tillgång till Svebys riktlinjer. I det sista avsnittet ställdes frågor kring hur man tolkar Svebys riktlinjer (här citerades även Svebys riktlinjer). Enkäten gav ej de svarande möjlighet att gå tillbaka för att eventuellt justera sina svar. Denna utformning valdes avsiktligt eftersom de svarande först fick frågor utan Svebys rekommendationer, därefter med Svebys rekommendationer.

I figurerna i detta avsnitt har frågorna och ibland svarsalternativen förkortats i syfte att inte fylla figurerna med stora mängder text. Samtliga frågor och svarsalternativ redovisas i Bilaga A.

Enkäten skickades ut 2016-03-09 och det var möjligt att svara på enkäten i 1 månad. Två påminnelser skickades ut under den aktiva perioden. Totalt 98 respondenter svarade på enkäten vilket ger en svarsfrekvens om 29 %.

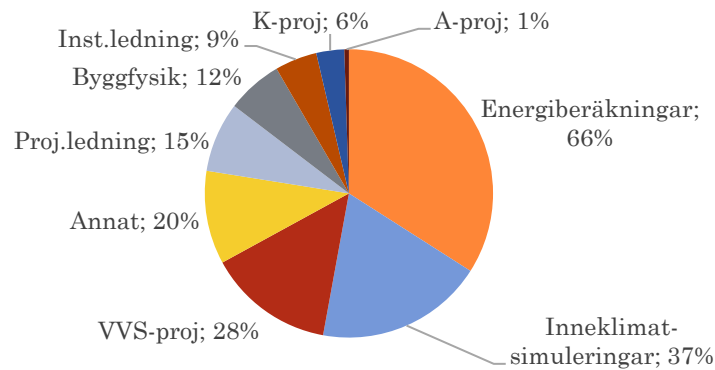
3.2 Resultat och diskussion

3.2.1 Allmän information

De svarande representerar en grupp som bör ha god kännedom om simuleringar/beräkningar. Över 80 % svarar att de utför energiberäkningar och 60 % har mer än fem års erfarenhet från arbetsuppgifter som berör byggnaders energiprestanda (exempelvis kravställande/beställare, energiberäkningar/simuleringar, installationsledning, osv.), se Figur 3. Drygt 60 % har även energiberäkningar som huvudsaklig arbetsuppgift. Av de som svarat "Annat" avseende arbetsuppgifter så har 50 % svarat att de arbetar med energisamordning, energiuppföljning eller som energicontroller, se Figur 4.



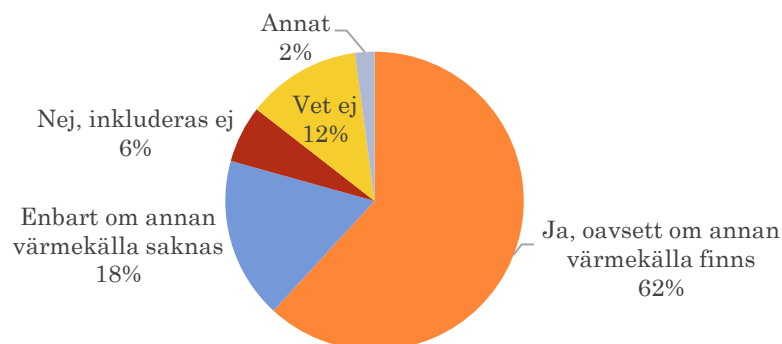
Figur 3 T v Andel svarandes som idag arbetar med energiberäkningar (Fråga 3)
T h Fördelning av svarandes erfarenhet avseende arbete med energirelaterade frågeställningar (Fråga 2)



Figur 4 Fördelning av svarandes huvudsakliga arbetsuppgifter (Fråga 1)

3.2.2 Resultat utan vägledning från Sveby

Av de svarande så anser inledningsvis drygt 60 % att energianvändning för komfortgolvvärme i badrum inkluderas i energianvändning, oavsett om annan värmekälla finns, se Figur 5. Av de som svarat "Annat" har de i fritextsvar angivit att detta beslutas i samråd med beställare alternativt att det enbart inkluderas om annan värmekälla saknas. Detta innebär att drygt 25 % av de svarande har en tolkning avseende denna energianvändning som avviker från Boverkets förtydligande avseende hur golvvärme skall hanteras[30]. Det avviker även från Svebys riktlinjer[6], som de svarande ännu ej hade fått information om då de svarade på frågan. De svarande bör dock ändå rimligen känna till Sveby och dess riktlinjer eftersom den större delen av de svarande har gett bakgrundssvar som visar på att de bör ha god kännedom hur energirelaterade frågeställningar ska hanteras (se svar på frågorna 1-2, Figur 3 och Figur 4).



Figur 5 Fördelning av svar om komfortgolvvärms inkluderas i specifik energianvändning (Fråga 5)

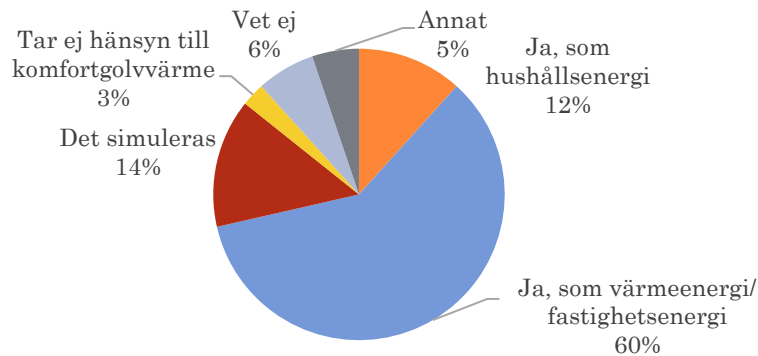
Samtliga svarande fick även svara på hur komfortgolvvärme hanteras rent beräkningsmässigt i projekteringsskedet. I Figur 6 redovisas utfallet av svaranden som svarat, på fråga tre, att de utför energiberäkningar. I Figur 7 redovisas svaranden som svarat nej, dvs att de inte arbetar med att göra simuleringar/beräkningar för byggnaders energiprestanda.

Av de som arbetar med energiberäkningar svarar 72 % att de använder en schablon en sjättedel av dessa (12 %-enheter) anger dock att de väljer att inkludera det i hushållsel, vilket är felaktigt.

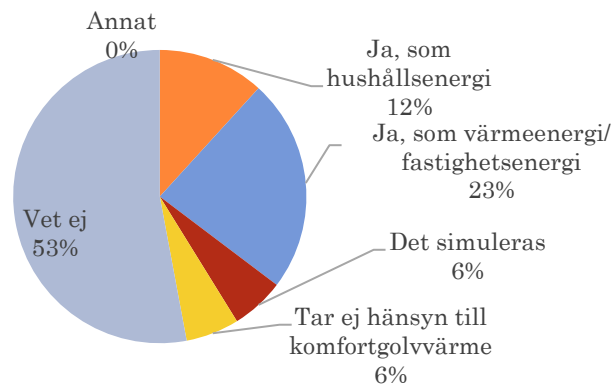
Av de som inte arbetar med energiberäkningar är det en stor del som svarar att de inte vet hur detta hanteras, 53 %. Av de som anger att en schablon nyttjas är det större andel, en tredjedel (12 %-enheter), som anger att de inkluderar det i hushållsel.

Sammanvägt för samtliga svaranden, så anger 53 % att man nyttjar en schablon för komfortgolvvärme och att det inkluderas i byggnadens specifika energianvändning, 15 % vet ej

hur det hanteras, 13 % anger att det simuleras och 12 % att de använder en schablon, som läggs till på hushållsel. Av de som svarat "Annat" anger en av de svarande att det beräknas överslagsmässigt baserat på installerad effekt och drifttid. Resterande av dessa anger att det varierar hur det hanteras.

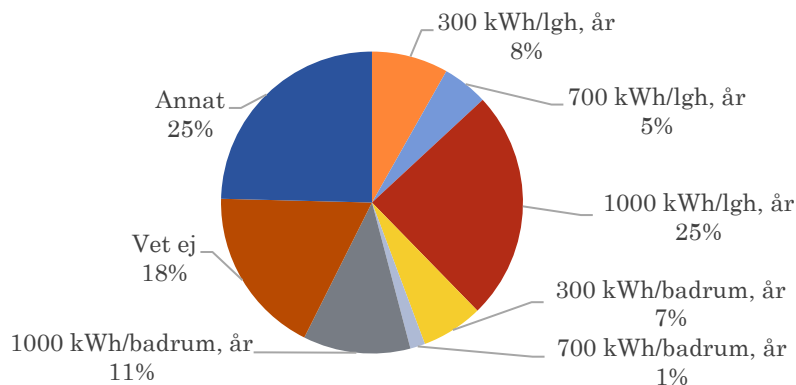


Figur 6 Fördelning av svar om schablon nyttjas för att beräkna komfortgolvvärme (Fråga 7). Samtliga svaranden som inkluderas arbetar med energiberäkningar.



Figur 7 Fördelning av svar om schablon nyttjas för att beräkna komfortgolvvärme (Fråga 8). Samtliga svaranden som inkluderas arbetar ej energiberäkningar.

Samtliga som svarade att de nyttjar en schablon fick även svara på hur stor denna schablon är. Variationen i svaren är stor, se Figur 8. Störst andel svarar att de gör ett schablonpåslag om 1000 kWh/lgh, år (25 %). Det finns även svaranden som anger att de gör ett påslag om 1000 kWh/badrum, år, vilket ger ett högre resultat i lägenheter med två badrum. Svaren visar att antagandena skiljer med mer än faktor 3. Av de som svarat "Annat" anger 60 % av dessa (motsvarar 15 %-enheter av samtliga svar) att de baserar detta på installerad effekt om 60 W/m² samt antaganden om drifttid.

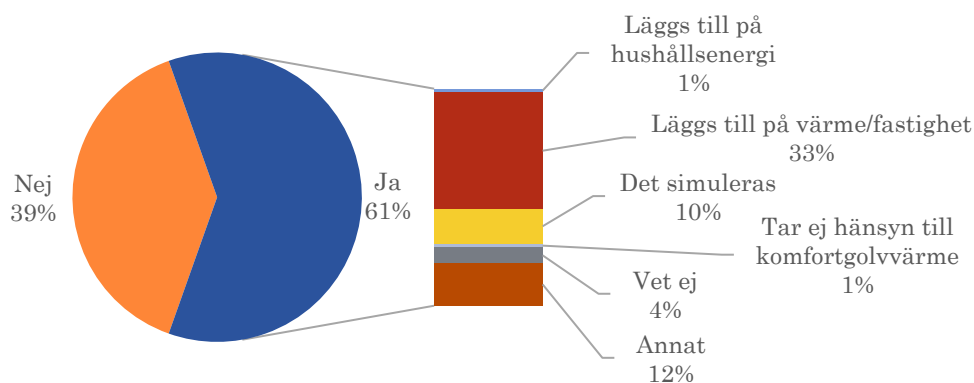


Figur 8 Fördelning av svar avseende hur stor schablon som nyttjas för komfortgolvvärme (Fråga 9)

3.2.3 Resultat med vägledning från Sveby

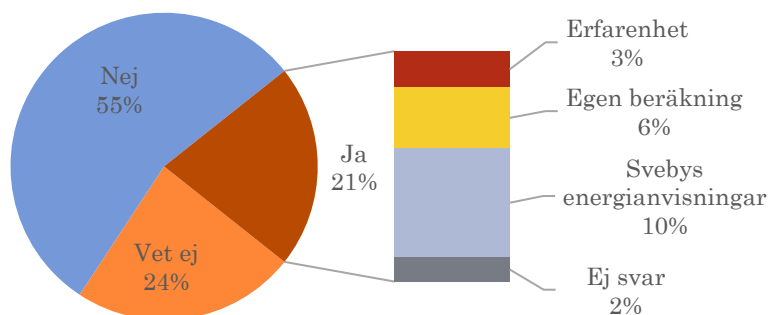
Samtliga svaranden fick frågan om de kände till Svebys rekommendation om golvvärme: *"I de fall komfortgolvvärme i badrumsgolv förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad tillhushållselen."* De som svarade ja på denna fråga fick även följdfråga gällande hur det används projekt som de var verksamma i, se Figur 9.

Nästan 40 % av de svarande kände ej till Svebys rekommendation. Av de som kände till rekommendationen; använder drygt hälften av dessa rekommendationen som ett tillägg på simulerat/beräknat värde (motsvarar 33 % av samtliga svarande). En femtedel anger "Annat" (motsvarar 12 % av samtliga svarande). I efterföljande fritextbeskrivning anger merparten (motsvarande 9 % av samtliga svaranden) att de gör någon form av statisk beräkning. Resterande (3 % av samtliga svarande) anger att det varierar från projekt till projekt.



Figur 9 Cirkel: Fördelning av svaranden som känner du till Svebys rekommendation om komfortgolvvärme (Fråga 10)
Stapel: Fördelning av hur de, som känner till rekommendationen, nyttjar den (Fråga 11)

Samtliga fick även frågan om de använder något annat erfarenhetsvärde än den schablon som Sveby anger, samt vad detta baseras på, se Figur 10. Drygt hälften svarar nej, vilket indirekt kan tolkas som att de använder Svebys schablon. Av de som använder andra erfarenhetsvärlden svarar drygt hälften (motsvarar 10 %-enheter av samtliga svarande) att de baserar detta Svebys energianvisningar [31].



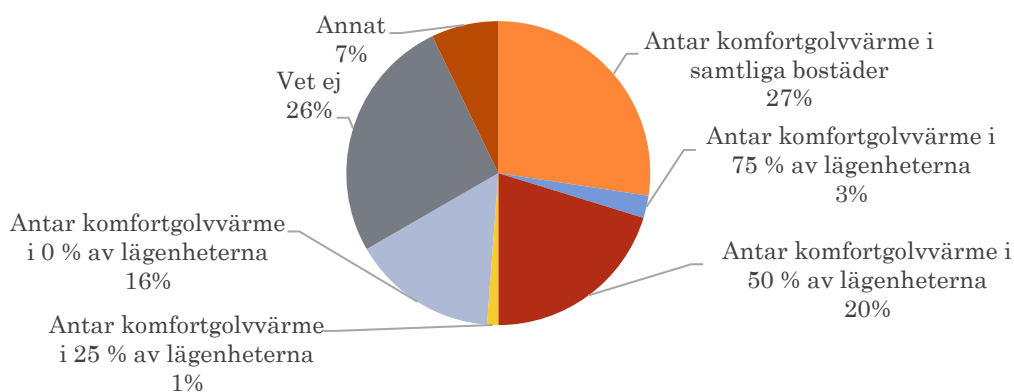
Figur 10 Cirkel: Fördelning av svaranden som använder andra värden än Svebyrekommendation (Fråga 14)
Stapel: Vad baseras det alternativa värdet på (Fråga 15)

Över hälften av de svarande anger att det är svårt att klara energikrav med de metoder som normalt används idag för att ta hänsyn till golvvärme och nästan 40 % har erfarenhet av projekt där golvvärme valts bort för att klara uppställda energikrav, se Figur 12.



Figur 11 T v Andel svarande som anser att det är svårt att klara energikrav i projekt med nuvarande hantering av komfortgolvvärme (Fråga 18)
T h Andel svarande som har erfarenhet av att projekt väljer bort komfortgolvvärme för att klara energikrav (Fråga 19)

I projekt där golvvärme är tillval och simuleringar genomförs innan tillval är kända är det stor spridning avseende hur detta hanteras, Figur 12. Drygt en fjärdedel antar att golvvärme kommer att installeras i samtliga lägenheter, knappt en fjärdedel antar att det installeras i hälften av lägenheterna och nästan en sjättedel antar att golvvärme inte kommer installeras. Dessa olika angreppssätt ger naturligtvis stor variation i beräknad energiprestanda.



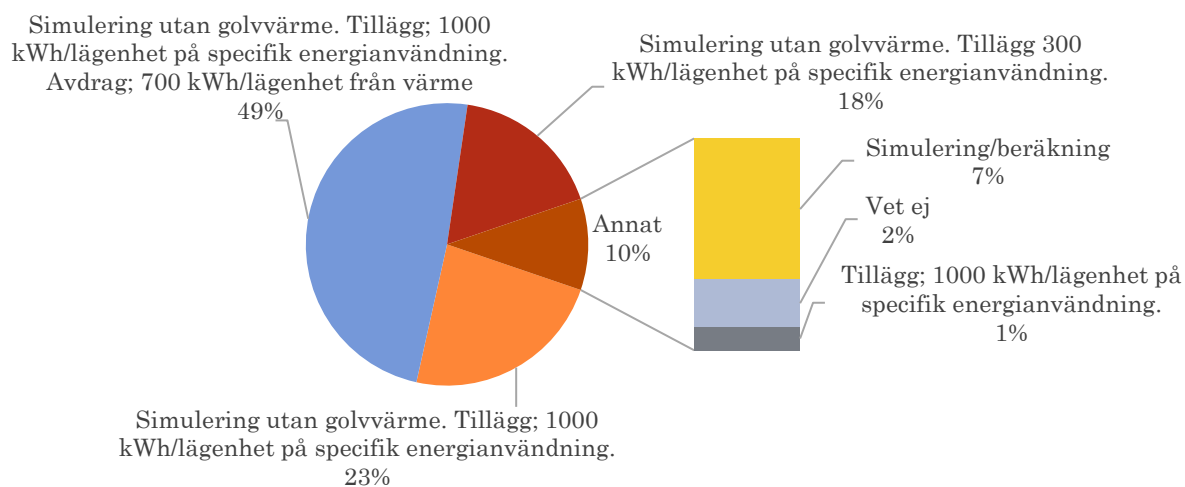
Figur 12 Fördelning av hur komfortgolvvärme antas i projekt där det är tillval (Fråga 20)

Som sista fråga relaterat till Sveby så ges hela den information som citeras nedan och de svarande ombads att ange hur dem tolkar/anser att det skall implementeras i samband med energiberäkningar. "I de fall komfortgolvvärme i badrumsgolv förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad tillhushållselen. Tillgodogjord andel för driftel (fastighetsel) får anses vara samma som för hushållselen, d.v.s. 70 %."

Nära två tredjedelar (66 %) tolkar detta som ett manuellt påslag som i praktiken innebär en ökning av den beräknade specifika energianvändningen om 300 kWh/lägenhet, vilket skulle innebära en ökning om 5 kWh/m² A_{temp}, år för en lägenhet om 60 m². De hanterar det dock på lite olika sätt, där merparten gör ett påslag om 1000 kWh/lägenhet för golvvärme, men sedan minskar det beräknade värmebehovet med 700 kWh/lägenhet. Med dagens byggregler blir den beräknade specifika energianvändningen den samma. Det skulle dock kunna spela stor roll mellan dessa två olika angreppssätt om elgolvvärme nyttjades och det finns krav som skiljer på krav/värdering avseende el och annan energi, vilket exempelvis är fallet i Boverkets förslag för nära-nollenergihus[32] och de Svenska passivhuskriterierna[33].

Nästan en fjärdedel (23 % i fördefinierat svarsalternativ och 1 % i fritext under "Annat") tolkar så att ökningen blir 1000 kWh/lägenhet, vilket innebär 17 kWh/m² A_{temp}, år för samma

lägenhetsstorlek. Av de som svarat "Annat" har merparten valt att inte tolka Svebys rekommendation. Istället svarade de att de tar hänsyn till golvvärme genom någon form av beräkning alternativt att de inkluderar det i sin simulering.



Figur 13 Hur tolkar du Swebys rekommendation om komfortgolvvärme (Fråga 21)

3.3 Analys och diskussion

Det är anmärkningsvärt att drygt 25 % av de svarande inte anser att komfortgolvvärme ska inkluderas i byggnadens specifika energianvändning. Olika tolkningar av BBR kommer alltid att finnas, men vad det gäller specifikt golvvärme är både Boverket[30] och Sveby[7] mycket tydliga om att det alltid inkluderas och de svarande har så pass lång arbetslivserfarenhet och arbetsuppgifter att de bör känna till detta.

Sveby är sedan länge ett etablerat utvecklingsprogram som drivs av bygg- och fastighetsbranschen och som arbetar med hur byggnaders energiprestanda definieras och verifieras. Att knappt 40 % av de svarande trots detta inte känner till Svebys rekommendation om komfortgolvvärme indikerar att det finns behov av mer informationsinsatser avseende Sveby och deras publicerade brukardata. Enkäten frågar dock inte vad för typ av byggnader/verksamheter som de svarande vanligtvis arbetar med. Det är mer rimligt att en person som i huvudsak arbetar med kontor har mindre kännedom om Svebys rekommendationer avseende komfortgolvvärme jämfört med en person som har flerbostadshus som sitt huvudsakliga verksamhetsområde.

Den rekommendation/schablon som Sveby ger avseende komfortgolvvärme tolkas mycket olika och resultaten kan innebära påverkan på ett projekts beräknade specifika energianvändning mellan $0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år och upp till drygt $15 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Det är därför kanske inte underligt att över 50 % av de svarande anser att det är svårt att klara energikrav i sina projekt om de skall installera komfortgolvvärme samt att knappt 40 % har deltagit i projekt där komfortgolvvärme aktivt valts bort för att klara uppställda energikrav.

Att beräkningar kan få så pass stor påverkan genom schablonhantering stödjer vår inledande problemformulering om att komfortgolvvärme kan få stor påverkan och att detta tar bort incitament för att välja tekniska lösningar som minskar energianvändningen för komfortgolvvärme (eftersom ingen hänsyn tas till styrning, installerad effekt, isolering mm).

Svarsfrekvens är relativt låg, 29 %, vilket kan bero på att det inom vissa företag finns ett flertal personer som är registrerade som användare av energiberäkningsprogram men att de inte aktivt använder dem. De väljer därför att inte svara på enkäten då de anser att det inte ligger inom deras kunskap och/eller intresse. Antalet svarande, 98 stycken, samt deras yrkeserfarenheter ger dock att denna enkät bör kunna ge ett rättvisande resultat kring kunskapsläget och hur komfortgolvvärme hanteras idag relaterat till byggnaders energiprestanda.

4 SIMULERINGAR

4.1 Rimlighetsbedömning

För att göra det möjligt att utvärdera om de simulerade resultaten är rimliga görs även, inledningsvis, en statisk beräkning för att beräkna hur mycket energi som över ett år krävs för att värma den mängd luftmängd som ett badrum ventileras med (över ett år) två grader.

Beräkningen utförs enligt Ekvation 1 vilket ger att energibehovet för att värma denna luftmängd blir 326 kWh/år

$$q \cdot \Delta T \cdot \rho \cdot c_p \cdot h \quad \text{Ekvation 1}$$

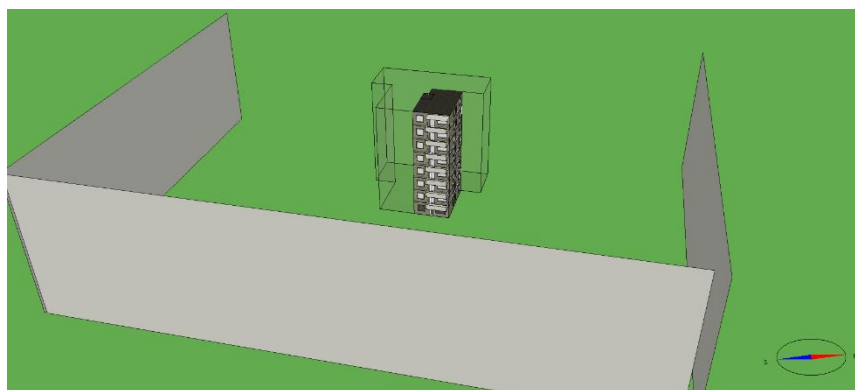
Där

q	luftflöde, 0,015 m ³ /s
ΔT	temperatur, 2°C
ρ	luftens densitet, 1,23 kg/m ³
c_p	Specifik värmekapacitet, 1008 J/kg°C
h	driftstid, 8760 h

4.2 Förutsättningar för simulering

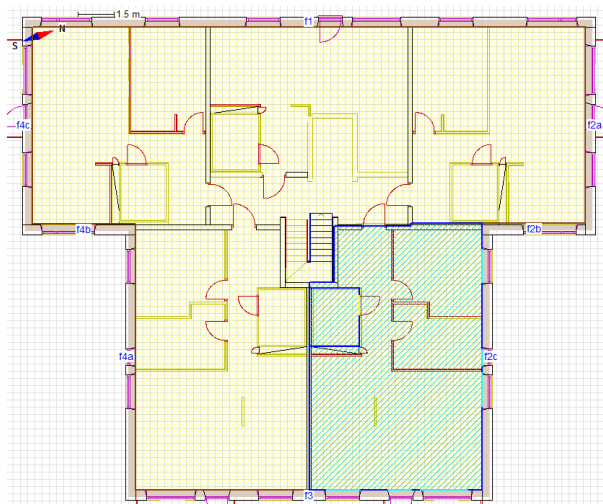
4.2.1 Modellen

Simuleringar i IDA ICE 4.6[8] har utförts i syfte att undersöka olika former av styrning, tekniska lösningar, samt hur olika förhållanden med avseende på ytor, luftflöden och temperatur påverkar komfortgolvvärmens energianvändning. En simuleringsmodell för ett åttavåningshus har definierats. I modellen har åtta lägenheter på husets nordöstra sida simulerats, se Figur 14. I modellen antas att omkringliggande bebyggelse finns som minskar solinstrålning enligt Svebys riktlinjer.



Figur 14 3D-vy över IDA ICE-modellen med åtta lägenheter

Respektive lägenhet i referensmodellen är 77 m² med tre rum och kök och med badrum på 5 m². Modellen består av två zoner där badrummet modelleras som en zon och övriga delar av lägenheten modelleras med resterande zon. Lägenheterna har balanserade luftflöden med lika mycket tilluft som frånluft. Badrummet har endast frånluft med ett flöde på 15 l/s. All tilluft samt resterande frånluft tillförs i den resterande lägenhetszonen, vilket innebär att denna zon har ett tilluftsflöde om 27 l/s, samt ett frånluftsflöde om 12 l/s. Trapphuset är ej medtaget i modellen. Innerväggsytor mot husets insida är termiskt adiabatiska (inget värmeutbyte sker genom dessa väggar). Badrumzonen är placerad inne i lägenheten, se Figur 15.



Figur 15 Planvy över lägenhetsmodellen. Skrafferad grön/turkos/blå yta representerar aktuell lägenhet

I Tabell 1 återfinns översiktliga indata för byggnadens klimatskal, installationer samt övrig indata som påverkar komfortgolvvärmens energianvändning samt byggnadens specifika energianvändning.

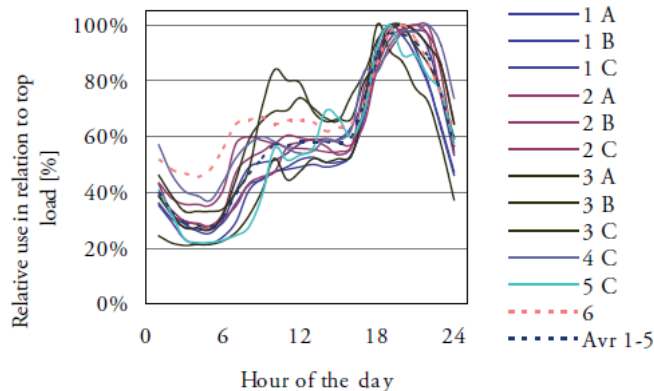
Tabell 1 Indata klimatskal, installationer och övriga nyckeltal.

Indata	Värde	Kommentar
Klimatfiler	Stockholm och Malmö	Klimatfiler från SVEBY-SMHI[34]
Yttervägg	U-värde 0,187 W/m ² K	Betongsandwichvägg m 200 mm isolering
Innervägg badrum	U-värde 0,64 W/m ² K	Lätt vägg, isolerad regelkonstruktion med OSB- och gipsskiva på varje sida
Mellanbjälklag	U-värde 3,1 W/m ² K*	Betongbjälklag, 290 mm
Tak	U-värde 0,09 W/m ² K	500 mm lösull
Grund	U-värde 0,10 W/m ² K	300 mm isolering
Fönster	U-värde: 0,9-1,0 W/m ² K G-värde: 0,39	Medelvärde för samtliga fönster och fönsterdörrar: 0,92 W/m ² K
Köldbryggor	U _m -värde: 0,10 W/m ² K	Köldbryggor baseras på valt byggsystem och standard-anslutningar för dessa. Angivet värde anger samtliga köldbryggor fördelat på klimatskalet
U-medel	U _m -värde: 0,40 W/m ² K	Avser hela klimatskalet
FTX	Temp.verkn.grad: 73,5 %	Torr verkningsgrad, lägsta avluftstemperatur begränsad till 1°C (ideal avfrostningsfunktion)
Luftomsättning	0,35 l/s, m ²	
Inomhustemperatur	21°C	Börvärde för värmesystem
Klimatskalets lufttäthet	q50: 0,40 l/s, m ²	Hanteras med fast infiltration om 0,02 l/s m ² extern yta (0,40/20)
Golvvärmeytkvot	6,5 %	Golvvärmeyta/Lägenhetsyta
Fönsterandel	16,9 %	Fönsterarea/Klimatskal
A _{temp}	615 m ²	Area för simulerade lägenheter

* 0,6 W/m²K i de fall där 5 cm isolering förutsätts

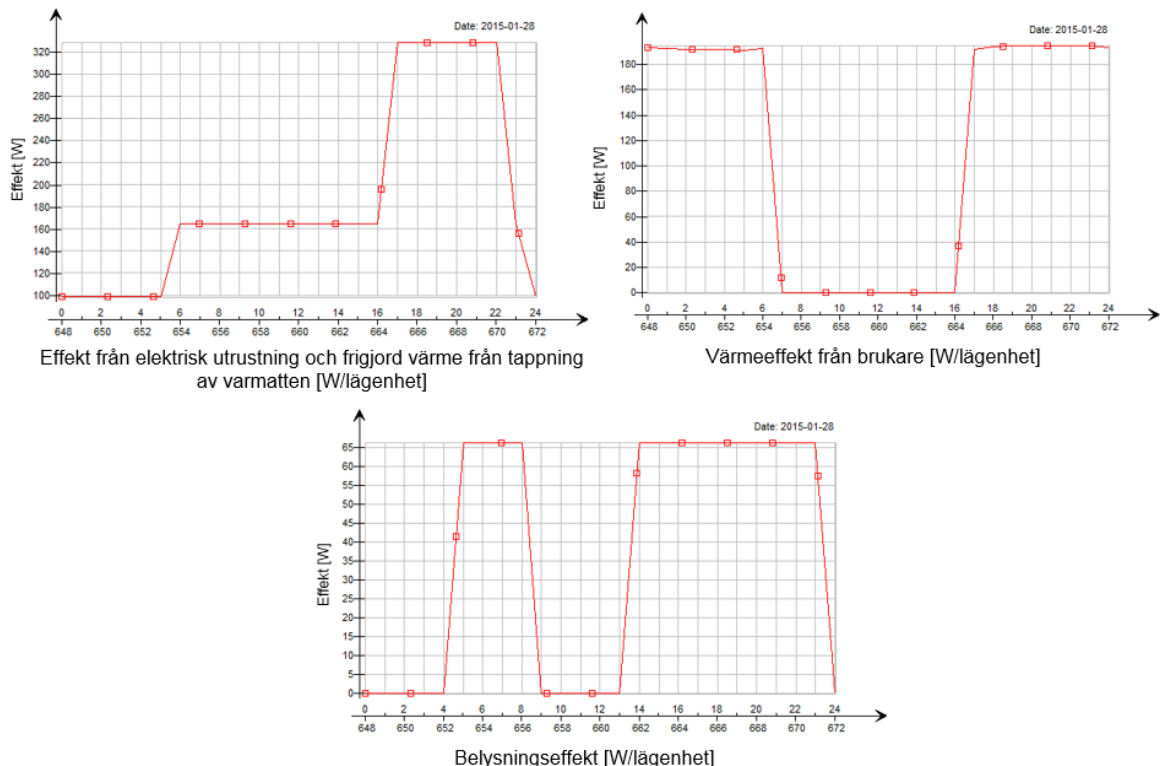
I simuleringsmodellen har brukarpåverkade indata hämtats från "Sveby - Brukarindata bostäder"[7]. Dessa indata innefattar val av inomtemperatur (börvärde), vädringspåslag, solavskärmning, tappvarmvatten, hushållsel, personvärme, belysning samt andelen av

internlasterna som kan tillgodoräknas. Internlasternas variation över dygnet baseras på tidigare studier[35], se Figur 16, och Sveby[7].



Figur 16 Sammanställning av olika mätningar avseende elektriska lasters variation över en dag [35]

I Figur 17 visas hur de olika internlasterna varierar över dygnet. Säsongsvariation antas ej förekomma. Modellens internlaster från elektrisk utrustning har en baslast på ca 30 % av toppeffekten under natten. Från morgon till eftermiddag ligger lasten på 50 % av toppeffekt. Under kvällen uppnås toppeffekt som varar från kl 16-22. Efter kl 22 sjunker effekten tillbaka i steg till 50 respektive 30 % av topplast. Brukarna har en närvarotid på 14 timmar per dygn mellan 07-17. Belysningen är på 14 timmar om dagen med en paus på natten mellan 23-05 och under dagen mellan 09-14. Alla internlaster appliceras i zonen som motsvarar kök, vardagsrum och sovrum. Inga internlaster simuleras i badrummet. IDAs funktion "smoothing" nyttjas vilket innebär att ökning/minskning av ett specifikt värde sker linjärt över en timme.



Figur 17 Modellens internlaster från elektrisk utrustning, frigjord värme från tappning av varmvatten, värmeeffekt från brukare samt belysningseffekt.

Referensmodellens specifika energianvändning utan komfortgolvvärme för både Stockholm och Malmö har sammanställts i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Referensmodellens specifika energianvändning i Stockholm och Malmö.

	Stockholm	Malmö
Energianvändare	kWh/m ² A _{temp} , år	kWh/m ² A _{temp} , år
Fläktar	6,6	6,6
Pumpar	1,0	1,0
Övrig fastighetsel	0,0	0,0
Belysning	1,0	1,0
Hiss+hissbelysning	0,7	0,7
Summa fastighetsel	9,2	9,2
Värme rumsvärmare och luftbehandling	20,8	14,8
Varmvatten inkl. förluster	28,9	28,9
Rör-/dynamiska förluster värme	1,0	1,0
Vädring	4,0	4,0
Summa uppvärmning	54,8	48,7
Summa specifik energianv.	64,0	58,0

4.2.2 Förutsättningar för komfortgolvvärme i analysen

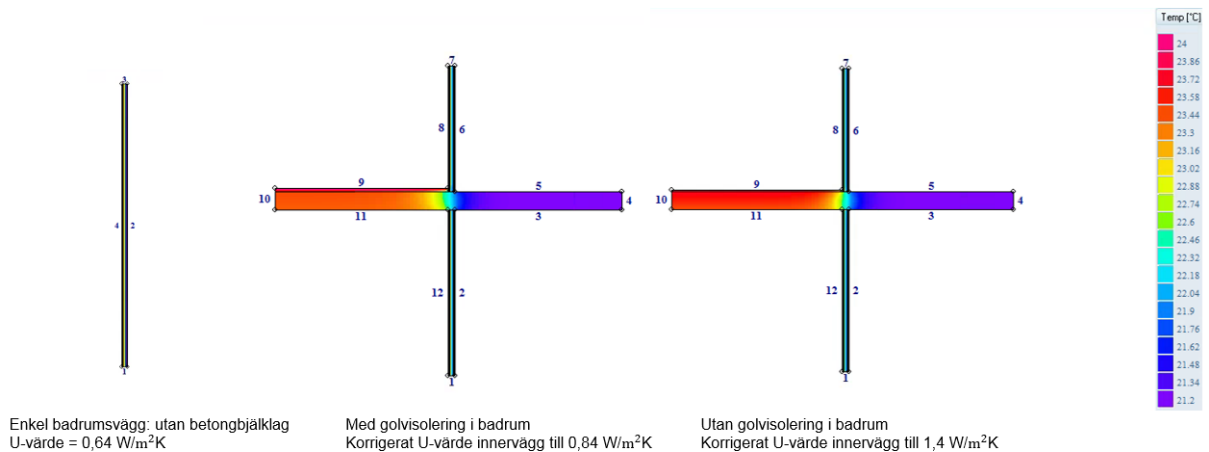
Simuleringarna har avgränsats till att fokusera på elektrisk golvvärme med styrning mot golvtemperatur. Denna avgränsning har gjorts dels på grund av tid, dels på grund av att tidigare interna Skanskastudier tyder på att skillnaden mellan elektrisk och vattenburen komfortgolvvärmens energianvändning är liten vid ideala förhållanden samt att denna tekniska lösning bedöms vara den mest vanliga tekniska lösning som förekommer på marknaden.

Som beskrivits i avsnitt 2.2 Vanliga tekniska lösningar; monteras vanligtvis elektrisk komfortgolvvärme direkt under ytskikt (vanligtvis klinker). I simuleringsmodellen placeras värmeslinga på 20 mm djup från golvyta. Tillgänglig effekt i modellen är 50 W/m².

Golvvärmens styrs huvudsakligen med PI-styrning. I parameterstudien testas även IDA ICE egna ”P-reglering” och ”termostatreglering” i syfte att utröna skillnader mellan olika former av reglering. Då golvisolering används i analysen används 5 cm isolering under elslingorna. Ingen effekt av avkylning från tappning av duschvatten är medtagen i simuleringsmodellen.

Vid simulering med IDA ICE tar modellen hänsyn till värmeöverföring genom 1D-transmission, vinkelrätt mot byggdelen. Ingen hänsyn tas till transmission längs med byggdelen. Detta innebär att transmission genom bjälklaget, exempelvis från ett badrum ut i lägenhet ej inkluderas. För att ta hänsyn till värmeöverföring via bjälklaget har detta först studerats i HEAT 2.10[9], se Figur 18.

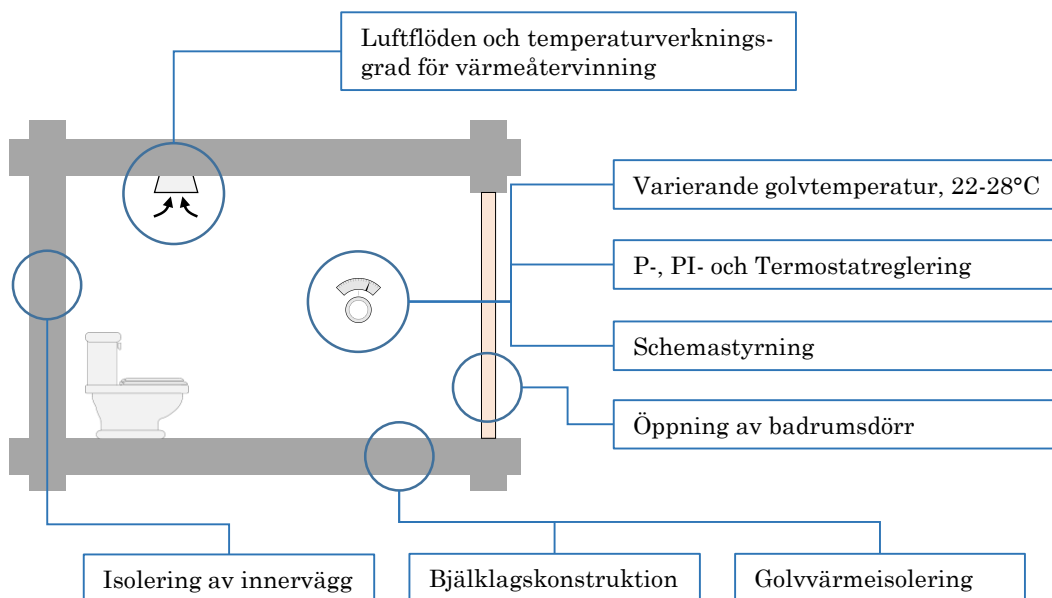
Badrumsväggen i modellen har U-värde 0,64 W/m²K. När transmission genom bjälklag inkluderas innebär det att U-värdet får korrigeras upp till 1,40 W/m²K för att ta hänsyn till denna. Om isolering nyttjas under golvvärme minskas transmissionen och det korrigerade värdet för väggen uppgår då till 0,84 W/m²K. De korrigerade värdena är de som nyttjas i simuleringsmodellen för att inkludera transmission genom bjälklaget till angränsade zon.



Figur 18 Värmeöverföringsberäkningar i HEAT 2.10 för badrumsvägg och bjälklag.

4.2.3 Beskrivning av simuleringsfall och parameterstudier

Figur 19 ger en schematisk överblick avseende vilka parametrar som har varierats.



Figur 19 Schematisk beskrivning av varierade parametrar

Simuleringarna genomfördes i tre steg. Inledningsvis simulerades fall där enbart en parameter i taget justerades. Syftet var att finna vilka åtgärder, tekniska lösningar och förutsättningar som har störst inverkan på komfortgolvvärmens energianvändning. Därefter har två parameterstudier utförts baserat på de inledande fallen. I de efterföljande parameterstudierna har de kombinationer av de parametrar som har störst inverkan på energianvändningen simulerats.

De första enstaka fall som simulerades var badrumsgolvtemperatur, 22, 24, 26, 27 och 28°C året om i Malmö och Stockholm. Därefter undersöktes nedanstående fall. Samtliga av dessa simulerades för 24°C golvtemperatur.

- 5 cm golvvärmeisolering under badrum
- 5 cm golvvärmeisolering under badrum med schemastyrning kl 03-10 & 14-23.
- Högt U-värde på innervägg, U-värde 5.8 W/m² K.
- Badrumsdörr alltid öppen.
- Badrumsdörr öppen 5 timmar om dagen, 05-07 & 20-23.

- Schemastyrning med IDA ICE P-reglering.
- Schemastyrning med IDA ICE termostatregering.
- FTX verkningsgrad 60 %.
- FTX verkningsgrad 80 %.
- Träkonstruktion med isolerade träbjälklag.
- 20 l/s frånluft i badrum istället för 15 l/s.

De inledande fallen ovan, inklusive varierande golvtemperatur i Malmö och Stockholm, resulterar i totalt 22 olika simuleringsfall.

I Parameterstudie 1 simuleras 22, 24 och 26°C och följande parametrar varierar:

- Malmö och Stockholm med 5 cm golvisolering
- Malmö och Stockholm med endast schemastyrning kl 03-10 & 14-23.
- Malmö och Stockholm med 5 cm golvisolering & schemastyrning kl 03-10 & 14-23.

Parameterstudie 1 resulterar i 24 olika simuleringsfall.

I Parameterstudie 2 simuleras 22, 24, 25 och 26°C i Stockholm och följande parametrar varierar:

- Variation av ”golvvärmeytkvot” [m^2/m^2]
 - Denna kvot beskriver hur stor del av lägenhetens totala area som har installerad komfortgolvvärme. I detta fall blir det relationen mellan badrummens totala yta och lägenhetens totala yta. Från en inventering av flertalet Skanskaprojekt varierar golvvärmeytkvoten mellan 0,13 – 0,05. Rent generellt finns högre kvoter vid mindre lägenheter. Kvoten korrigeras i modellen genom att variera badrumsstorleken mellan 4 – 10 m^2 i den 77 m^2 stora lägenheten.
- Specifika luftflöden för olika lägenhetstyper [l/s m^2]
 - Det specifika luftflödet varierar beroende på lägenhetens storlek på grund av hygienkrav. Ettor har högst specifikt luftflöde vilket innebär att en större mängd luft (från badrumsgolvet uppvärmd) lämnar huset i dessa lägenheter. Detta resulterar i att energiförlusten per kvadratmeter badrumsyta ökar vid högre luftflöden. I parameterstudien har det ansatts ett specifikt luftflöde för ettor på 0,71 l/s m^2 , tvåor på 0,55 l/s m^2 samt treor och större lägenheter har ett specifikt luftflöde på 0,35 l/s m^2 .

Parameterstudie 2 resulterar i 40 olika simuleringsfall.

4.3 Resultat

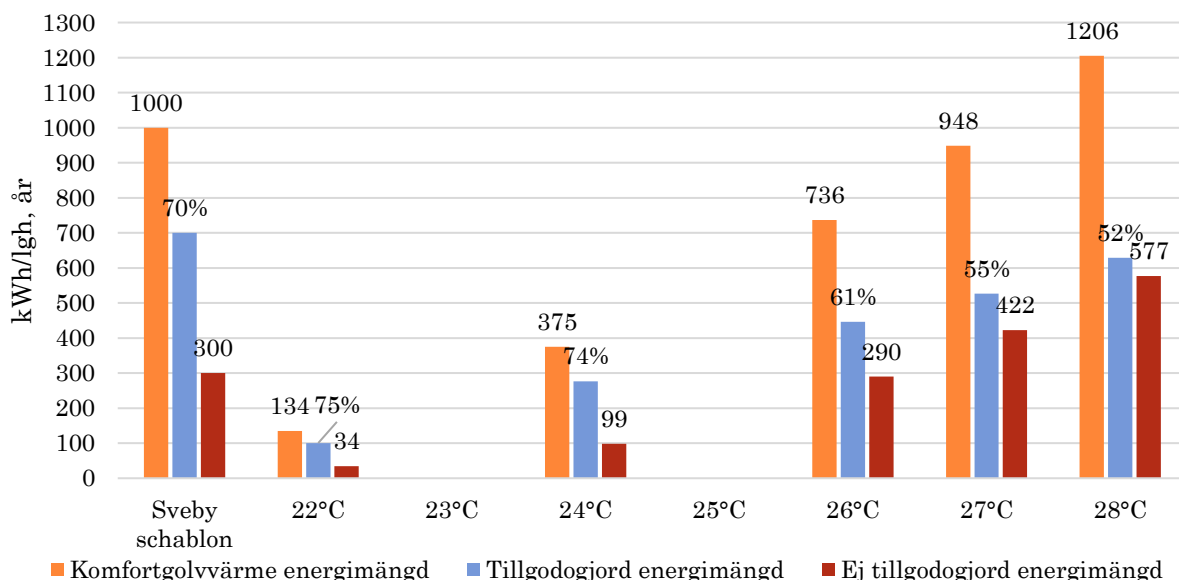
Från simuleringarna erhålls olika typer av resultat. I stora drag kommer nedanstående resultat att redovisas:

- *Komfortgolvvärme energimängd*
[kWh/lägenhet] eller [kWh/m² badrumsgolvyta]
 - Detta är energimängden som komfortgolvvärme använder under ett år. Denna energi allokeras som fastighetsenergi i den specifika energianvändningen.
- *Tillgodogjord energimängd från komfortgolvvärmen*
[kWh/lägenhet] eller [kWh/m² badrumsgolvyta]
 - Detta är den mängd värmeenergi som hade behövts tillföras huset om komfortgolvvärmen inte hade funnits. Det vill säga den energimängd som tillförs via komfortgolvvärme, men som kommer huset tillgodo för uppvärmning.
- *Ej tillgodogjord energimängd*
[kWh/lägenhet] eller [kWh/m² badrumsgolvyta]
 - Detta är den mängd energi som tillförs huset via komfortgolvvärmen, men som **inte** kommer huset tillgodo för uppvärmning. Detta kan ibland kallas för ”tillägg för komfortgolvvärme”. Summan av tillgodogjord energimängd från komfortgolvvärmen och ej tillgodogjord energimängd kan summeras till komfortgolvvärmens energimängd.
- *Andel tillgodogjord energimängd*
[%]
 - Detta är *andelen* energi från komfortgolvvärmens energimängd som tillgodogörs huset för uppvärmning. Denna andel kan vara lika stor i olika simuleringsfall trots att komfortgolvvärmens energimängd inte är densamma.
- *Procentuell förändring från referensfallet ”Ej tillgodogjord energimängd”*
[%]
 - Detta är förändringen i ”Ej tillgodogjord energimängd” för ett visst simuleringsfall i relation till referensfallet.
- *Procentuell förändring från referensfallet ”Komfortgolvvärme energimängd”*
[%]
 - Detta är förändringen i ”Komfortgolvvärme energimängd” för ett visst simuleringsfall i relation till referensfallet.

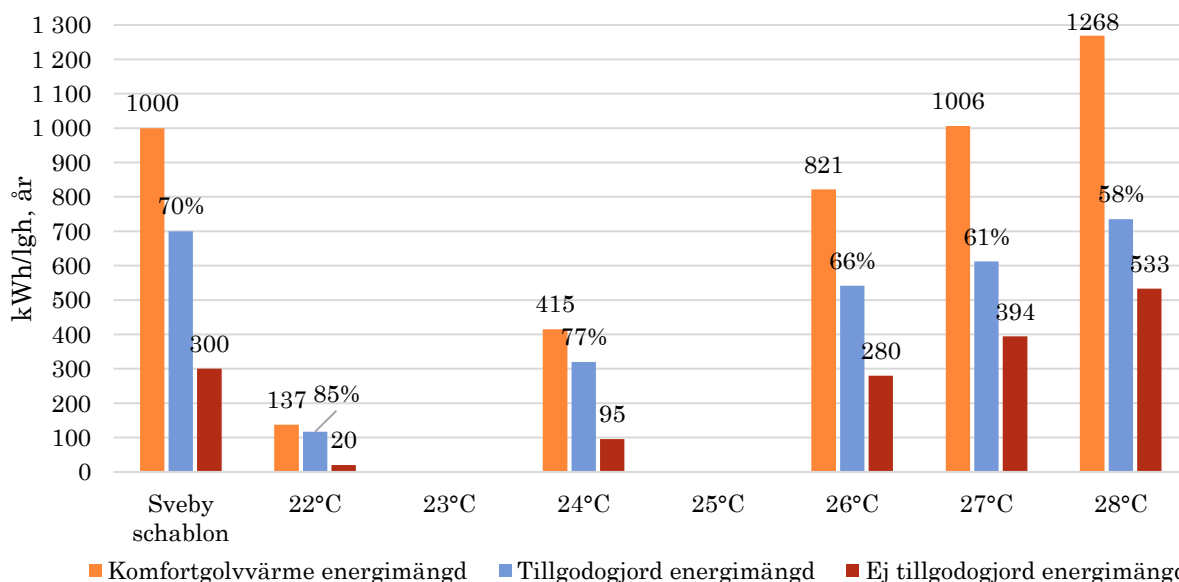
I samtliga fall så redovisas medelvärdet av samtliga lägenheter.

4.3.1 Resultat - Enstaka simuleringsfall

I Figur 20 och Figur 21 redovisas resultat från inledande simuleringar där golvvärmetemperaturen hålls konstant över året vid olika temperaturer i Stockholm, respektive Malmö. I varje figur redovisas även storleken på energimängder som Svebys rekommenderade schablon skulle innebära. Ovanför staplarna ”Komfortgolvvärme energimängd” och ”Ej tillgodogjord energimängd” redovisas av värdet på resultatet. Ovanför stapeln ”Tillgodogjord energimängd” redovisas istället andelen tillgodogjord energimängd i förhållande till komfortgolvvärmens energimängd.



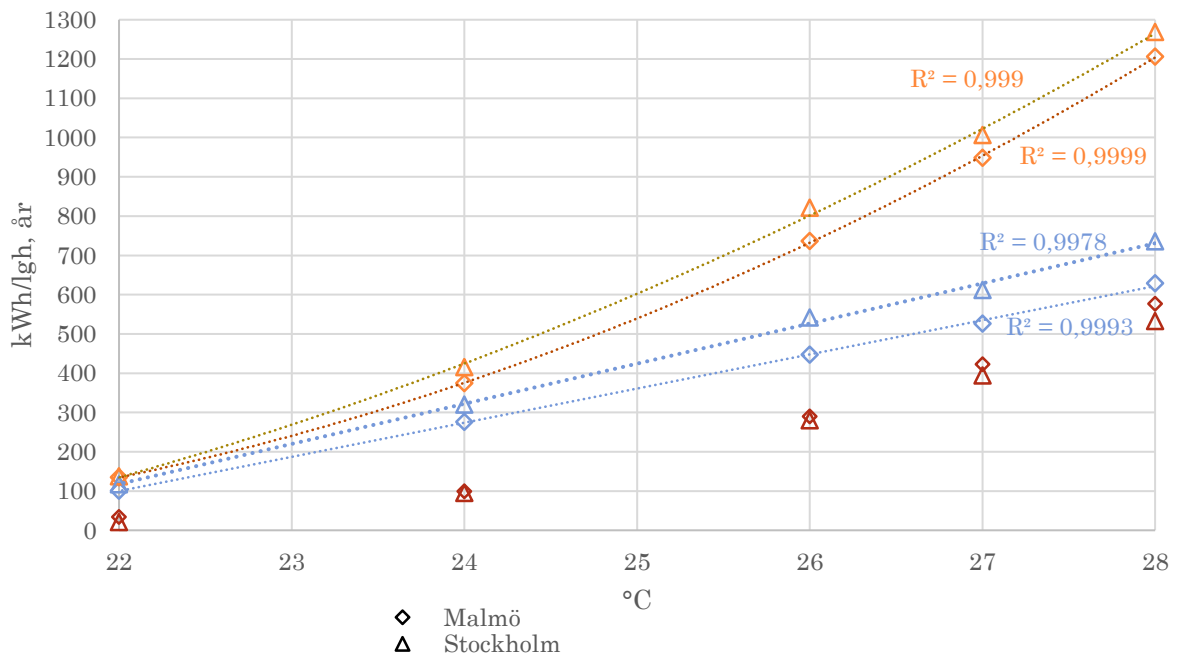
Figur 20 Resultat från inledande simuleringar utförda med Malmöklimat och konstant golvtemperatur



Figur 21 Resultat från inledande simuleringar utförda med Stockholmsklimat och konstant golvtemperatur

I Figur 22 redovisas resultaten tillsammans. Komfortgolvvärmens energianvändning ökar tydligt vid högre golvtemperatur samtidigt som andel tillgodogjord energimängd minskar vid högre golvvärmetemperatur. Golvvärmens energianvändning blir marginellt lägre i Malmö, men den ej tillgodogjorda energimängden (tillägget) blir marginellt högre. Detta beror på att värmebehovet

är lägre i Malmö, så trots att komfortgolvvärmens energimängd är lägre så är det en större andel som behöver ”vädras bort”.

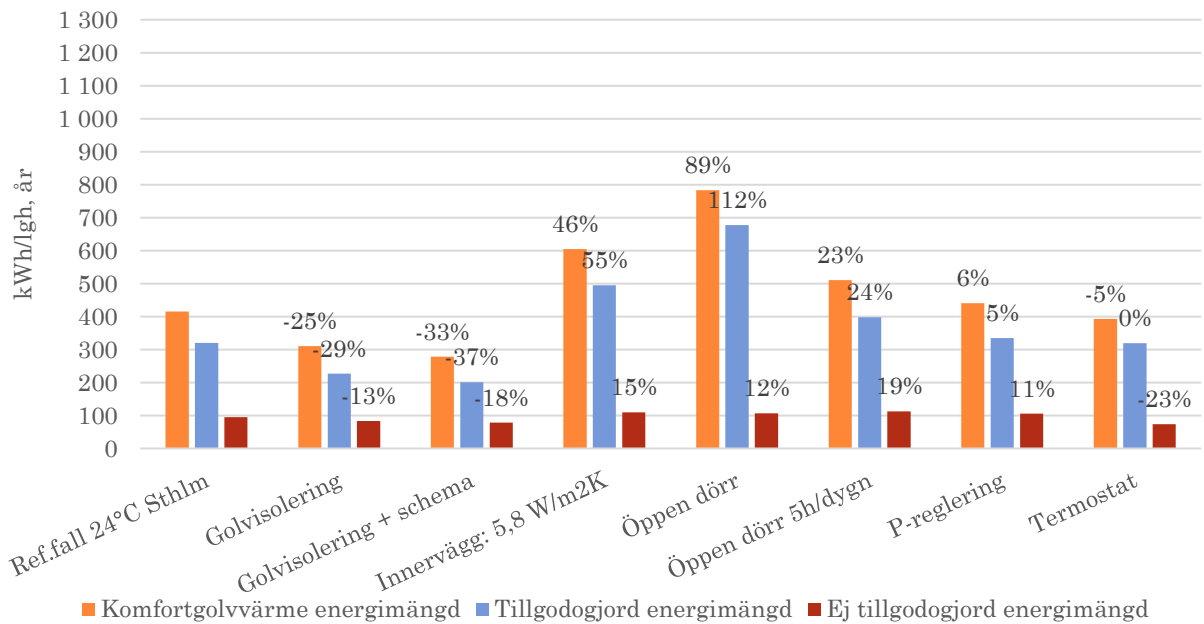


Figur 22 Resultat från inledande simuleringar vid olika konstanta golvtemperaturer. Malmö och Stockholm redovisas tillsammans. Färg visar typ av värde, typ av markör anger ort

I Figur 23 redovisas enstaka fall där inverkan av isolering, öppen/stängd badrumsdörr och reglering undersöks. Ovan respektive värde ovanför staplarna representerar relativ förändring mot referensfall med 24°C golvtemperatur i Stockholm. Vid simulering med isolering under komfortgolvvärme är komfortgolvvärmens energimängd drygt 300 kWh/lgh, år. Procentvärdet som redovisas, -25 %, representerar denna förändring. Isolering under komfortgolvvärmen kan följaktligen minska energianvändningen betydligt. I kombination med schemastyrning kan detta minskas ytterligare. Dessa åtgärder innebär att inte lika stor mängd tillgodogjord energimängd från komfortgolvvärmen erhålls vilket i sin tur innebär att ej tillgodogjord energimängd inte minskar i samma utsträckning som komfortgolvvärmens energimängd.

Högt U-värde på badrummets innervägg eller öppen badrumsdörr ökar komfortgolvvärmens energianvändning med cirka 25-90 % beroende på simuleringsfall, men den icke tillgodogjorda energimängden (tillägget) ökar endast med cirka 10-20 % p.g.a. att större andel energi tillgodogörs i övriga lägenheten då badrumsdörren står öppen eller värmemotståndet genom väggen sjunker.

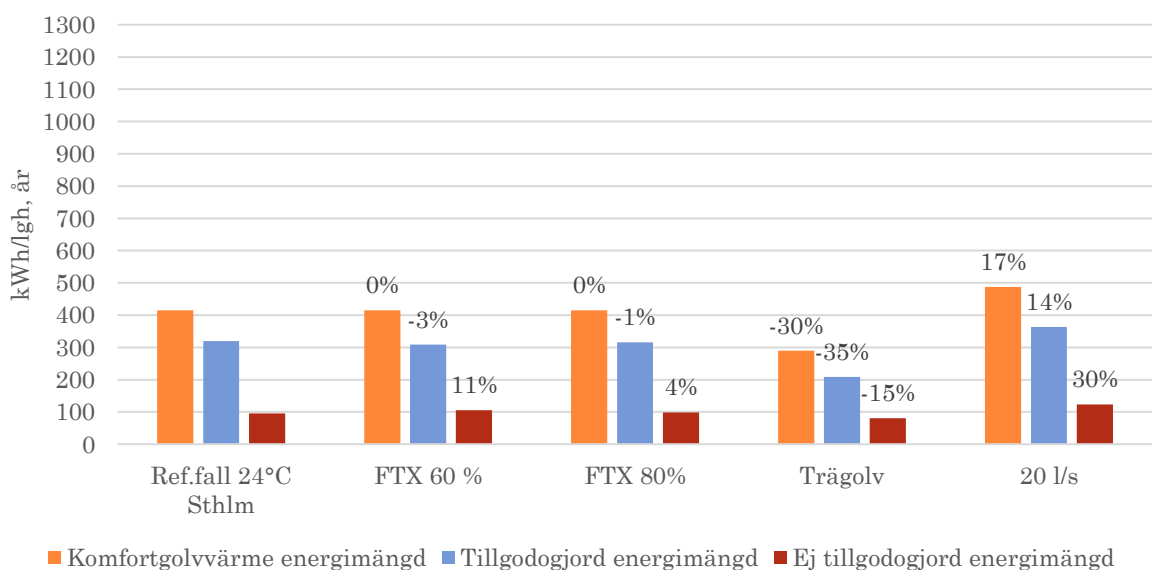
P-reglering ökar energianvändningen marginellt jämfört med PI-reglering och ren termostatregering minskar energianvändningen på grund av lägre medelgolvvärmetemperatur p.g.a. minskad precision i styrningen.



Figur 23 Resultat från simuleringar vid olika förutsättningar, 24°C golvt temperatur i Stockholm. Respektive värde ovanför staplar representerar relativ förändring mot referensfall med 24°C golvt temperatur i Stockholm

Verkningsgraden på värmeåtervinningen i FTX-aggregatet påverkar inte golvvärmens energianvändning. Däremot påverkas tillgodogjord och ej tillgodogjord energianvändning i liten utsträckning.

Golvvärmens energianvändning i en trähuskonstruktion med isolerat träbjälklag minskar med 30 % relativt referensfallet, ett liknande resultat som fallet med betongstomme och isolering under komfortgolvvärmen. Detta beror på att träbjälklaget innefattar isolering och därav minskar värmebryggan mellan badrum och övrig delar/andra lägenheter. Vid högre frånluftsflöde i badrummet ökar golvvärmens energianvändning till knappt 500 kWh/lgh, år. Detta är i samma nivå som i fallet där badrumsdörr antogs vara öppen 5h/dygn, se Figur 23 (drygt 500 kWh lgh, år). Tillgodogjord energimängd stiger dock inte i samma omfattning, eftersom värmen i detta fall dras ut via ventilationen, istället för att ”smitta ut genom dörren”.



Figur 24 Resultat från simuleringar vid olika förutsättningar, 24°C golvt temperatur i Stockholm. Respektive värde ovanför staplar representerar relativ förändring mot referensfall med 24°C golvt temperatur i Stockholm

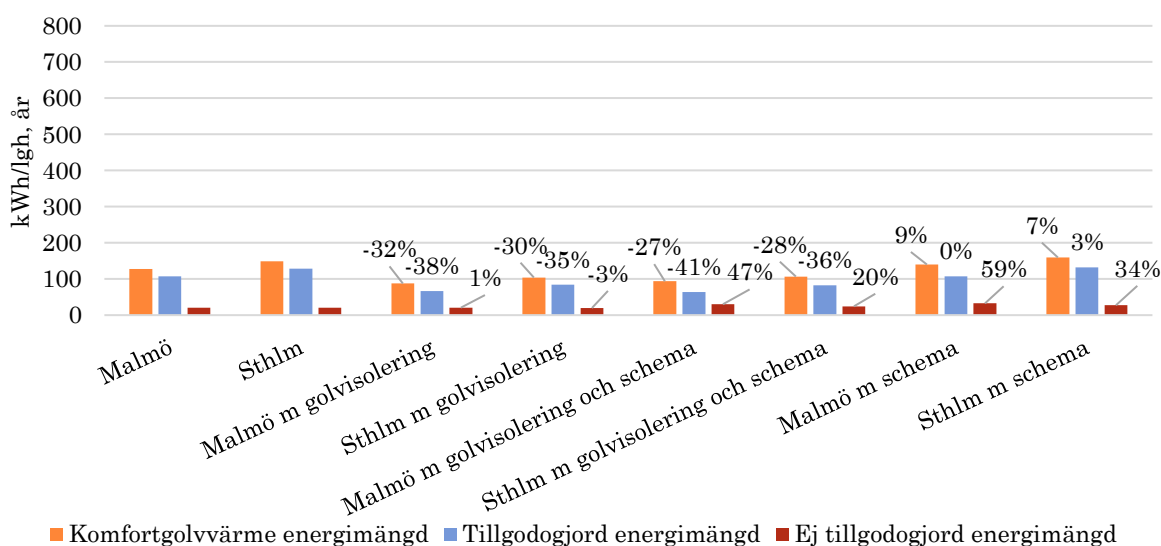
4.3.2 Resultat - Parameterstudie 1

Resultat från Parameterstudie 1 presenteras i Figur 27, Figur 26 och Figur 25.

Den positiva effekten av golvisolering och schemastyrning ökar vid den högre golvtemperaturen 26°C jämfört med de lägre temperaturerna. Vid högre temperaturer kan komfortgolvvärme med underliggande isolering och schemastyrning nästan få lika stor effekt på komfortgolvvärmens energianvändning som en sänkning av temperatur med 2°C. Med isolering och schema minskar energianvändningen med knappt 40 % till cirka 500 kWh/lgh, år, med något lägre energianvändning i Malmö. Detta kan jämföras med referensfallen i Malmö och Stockholm där golvvärmens energianvändning uppgår till cirka 400 kWh/lgh, år. Tillgodogjord energimängd är nära lika stor i dessa fall, cirka 300 kWh/lgh, år. Vilket innebär att den ej tillgodogjorda energimängden är cirka 100 kWh/lgh, år högre i fallen med 26°C kombinerat med golvvärme och isolering. Enbart schemastyrning utan golvisolering får liten inverkan på energianvändningen.

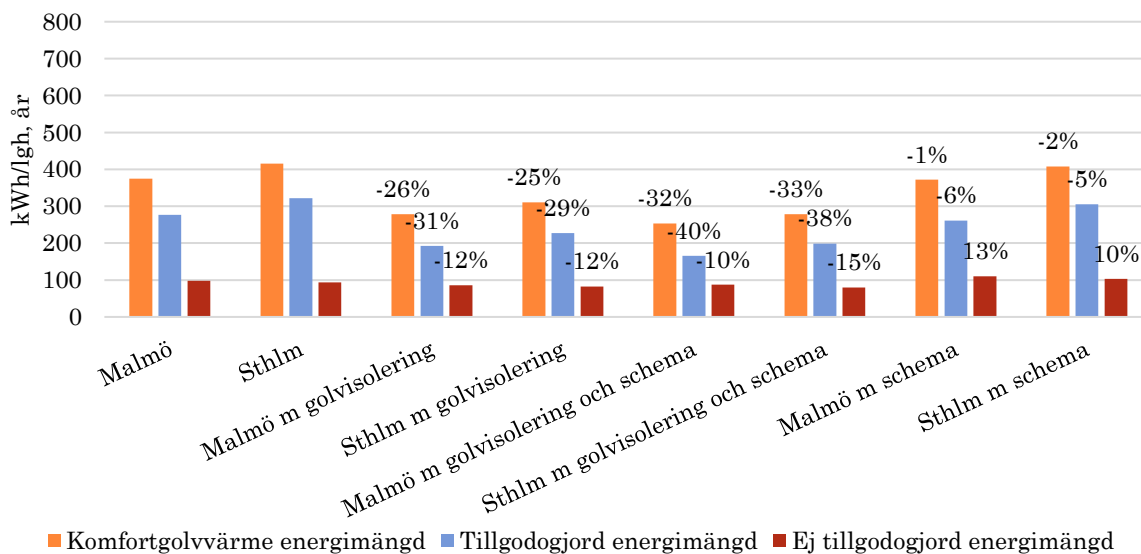
Vid lägre golvtemperatur, 22 °C, blir effekten av olika alternativ låg. Komfortgolvvärmens energianvändning varierar mellan cirka 100-150 kWh/lgh, år för samtliga alternativ. Ej tillgodogjord energimängd varierar mellan cirka 20-30 kWh/lgh, år.

Vid schemastyrning utan isolering, 21°C, fås en negativ effekt då styrningen har svårt att reglera med endast 1°C temperaturskillnad.

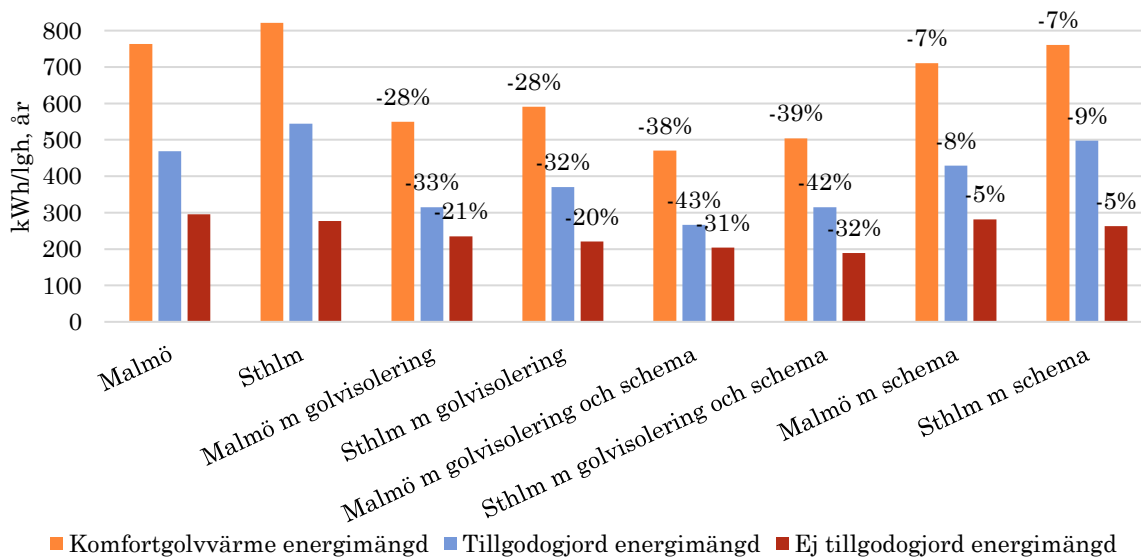


Figur 25 Resultat från simuleringar vid olika förutsättningar, 22°C golvtemperatur. Respektive värde ovanför staplar representerar relativ förändring mot referensfall i Malmö respektive Stockholm

Vid de högre temperaturerna, 24°C och 26°C, kan de olika alternativen få förhållandevis stor påverkan på komfortgolvvärmens energianvändning i absoluta tal. En minskning om cirka 300 kWh/lgh, år kan erhållas vid 26°C. Påverkan på ej tillgodogjord energimängd blir väsentligt lägre, den uppgår till knappt 100 kWh/lgh, år för samma alternativ.



Figur 26 Resultat från simuleringar vid olika förutsättningar, 24°C golvttemperatur. Respektive värde ovanför staplar representerar relativ förändring mot referensfall i Malmö respektive Stockholm

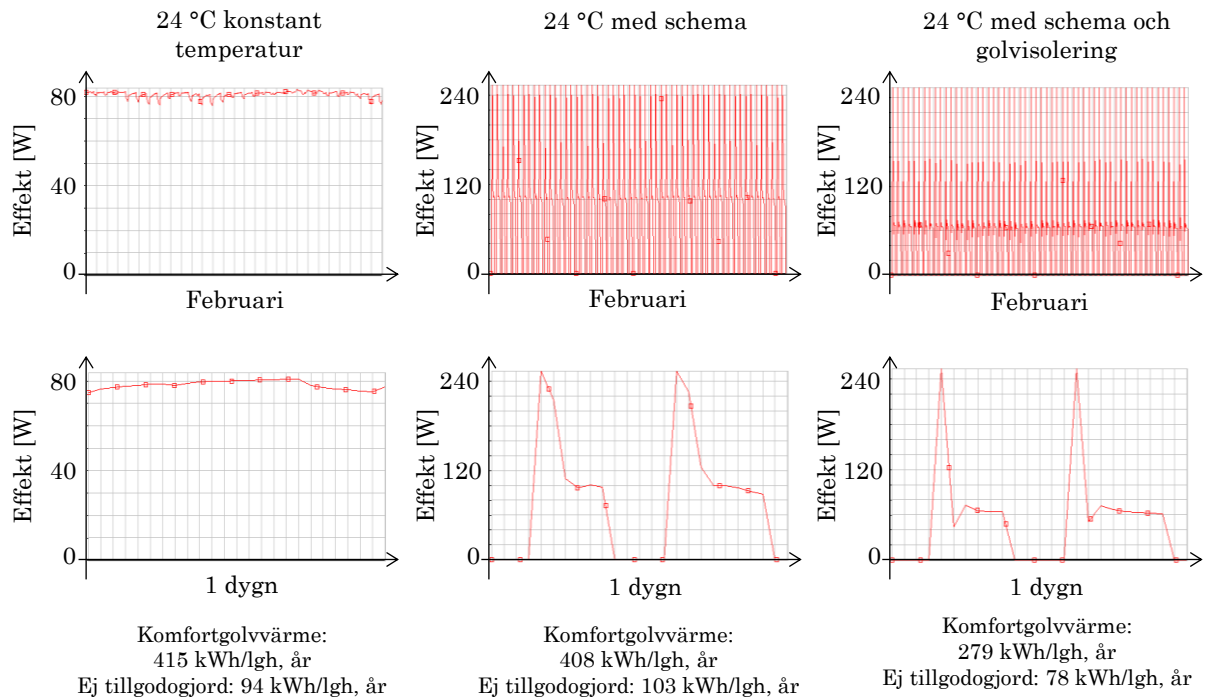


Figur 27 Resultat från simuleringar vid olika förutsättningar, 26°C golvttemperatur. Respektive värde ovanför staplar representerar relativ förändring mot referensfall i Malmö respektive Stockholm

Att schemastyrning utan isolering vid högre temperaturer får låg effekt beror på att energin går åt till att värma upp det oisolerade bjälklaget som svalnat av efter en period med avstängd golvvärme.

I Figur 28 visas komfortgolvgolvvärmeeffekten på dagsbasis och månadsbasis med och utan schema och golvisolering. För att upprätthålla 24 °C golvttemperatur behövs ca 16 W/m² i tillförd effekt om detta regleras utan schema. Vid användning av schema erhålls dock en spetsigare effektsignatur. Detta fenomen uppstår eftersom bjälklaget kyls ned och det krävs en hög effekt för att värma upp bjälklaget till rätt temperatur, efter att denna uppvärmning skett sjunker den tillförda effekten. Vid användning av golvisolering och schema observeras samma fenomen, men där har effekttoppen kortare varaktighet eftersom mindre värmeöverföring till bjälklaget erhålls med isolering. Vid användning av termostatreglering (presenteras ej i Figur 28) går slingan på maxeffekt tills börvärde uppnås och därefter slår slingan av. Förfarandet upprepas när ärvärdet

passerar en bestämd nivå under börvärdet och på detta hålls temperaturen kring börvärdet med en viss variation.

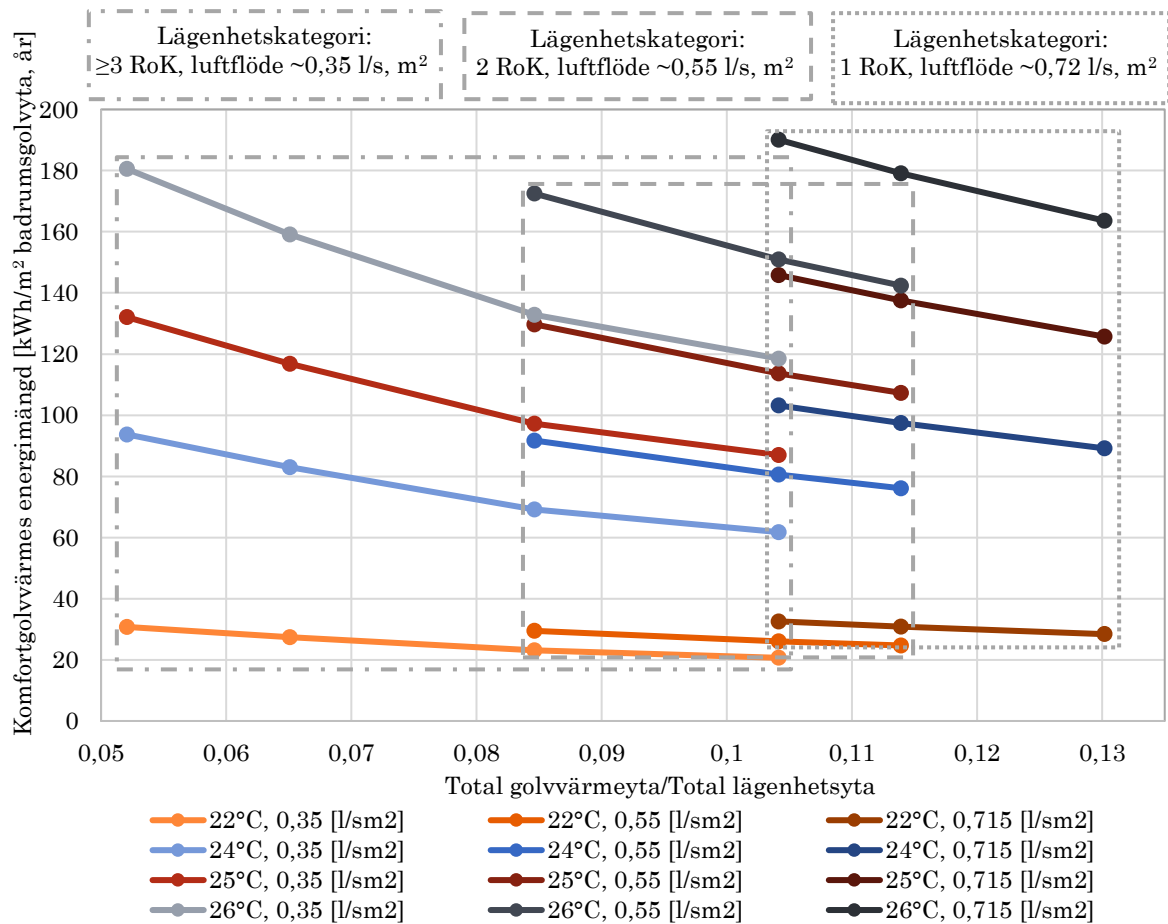


Figur 28. Golvvärmeeffekt på dygnsbasis och månadsbasis, med och utan schemastyrning och golvisolering.

4.3.3 Resultat - Parameterstudie 2

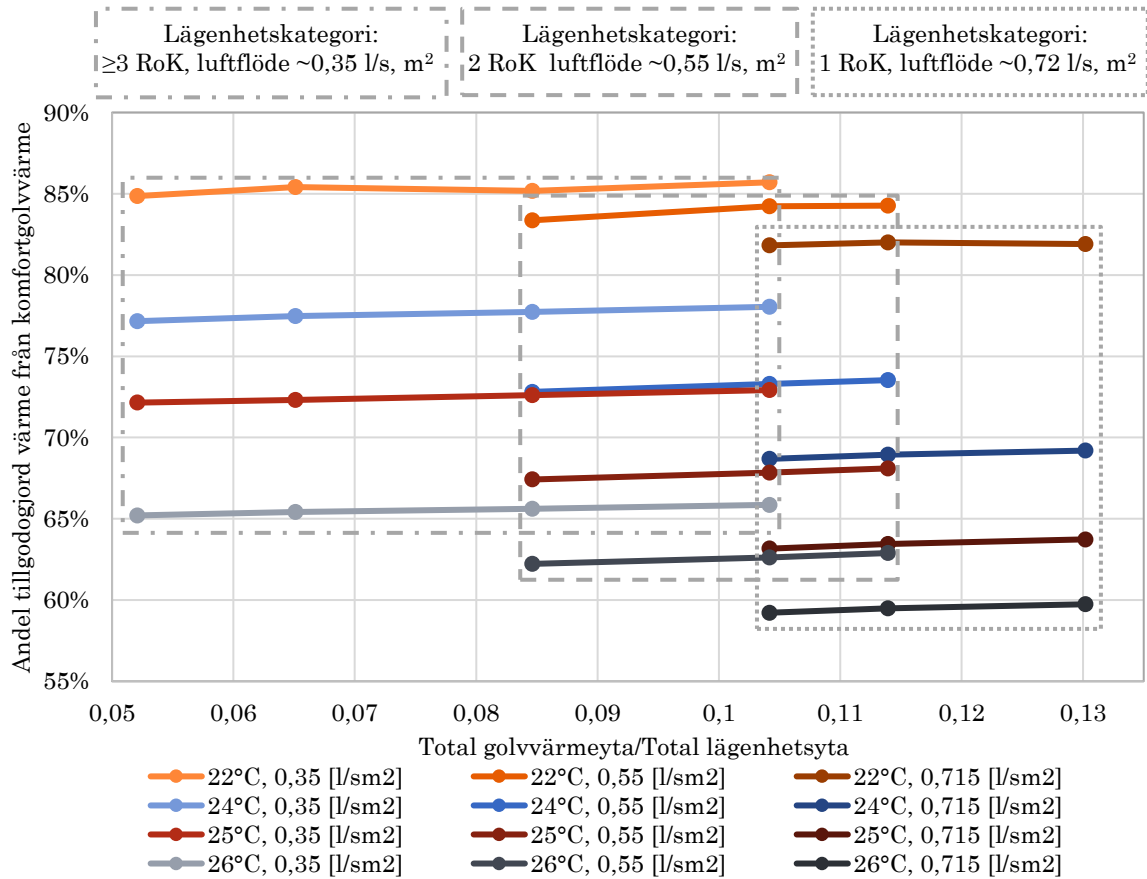
Av det sammanställda resultatet från parameterstudie 2 har tre diagram, Figur 29, Figur 30 och Figur 31 tagits fram. Syftet med diagrammen är dels att kunna visa samband och trender, men även att de ska kunna ses som exempel på stöd som skulle kunna nyttjas i tidiga skeden för att uppskatta komfortgolvvärmes inverkan på ett flerbostadshus energiprestanda.

I Figur 29 redovisas komfortgolvvärmes årliga energianvändning i förhållande till golvyta vid olika temperaturer, luftflöden och förhållanden mellan golvvärmeyta och lägenhetsyta. Golvvärmens specifika energianvändning blir tydligt högre vid högre luftflöden. Golvvärmens specifika energianvändning är som högst för lägenheter som har mindre badrumsyta i relation till lägenhetens totala area. En förklaring till detta är att absoluta frånluftsflöden i badrummen används. Det har i analysen använts samma luftmängd (15 l/s frånluft) i ett badrum med 4 m² som i ett badrum med 5 m². Detta innebär att lägenheter med mindre badrum får högre frånluftsflöden per badrumsgolvyta och därav får dessa lägenheter högre energiförluster per badrumsgolvyta.



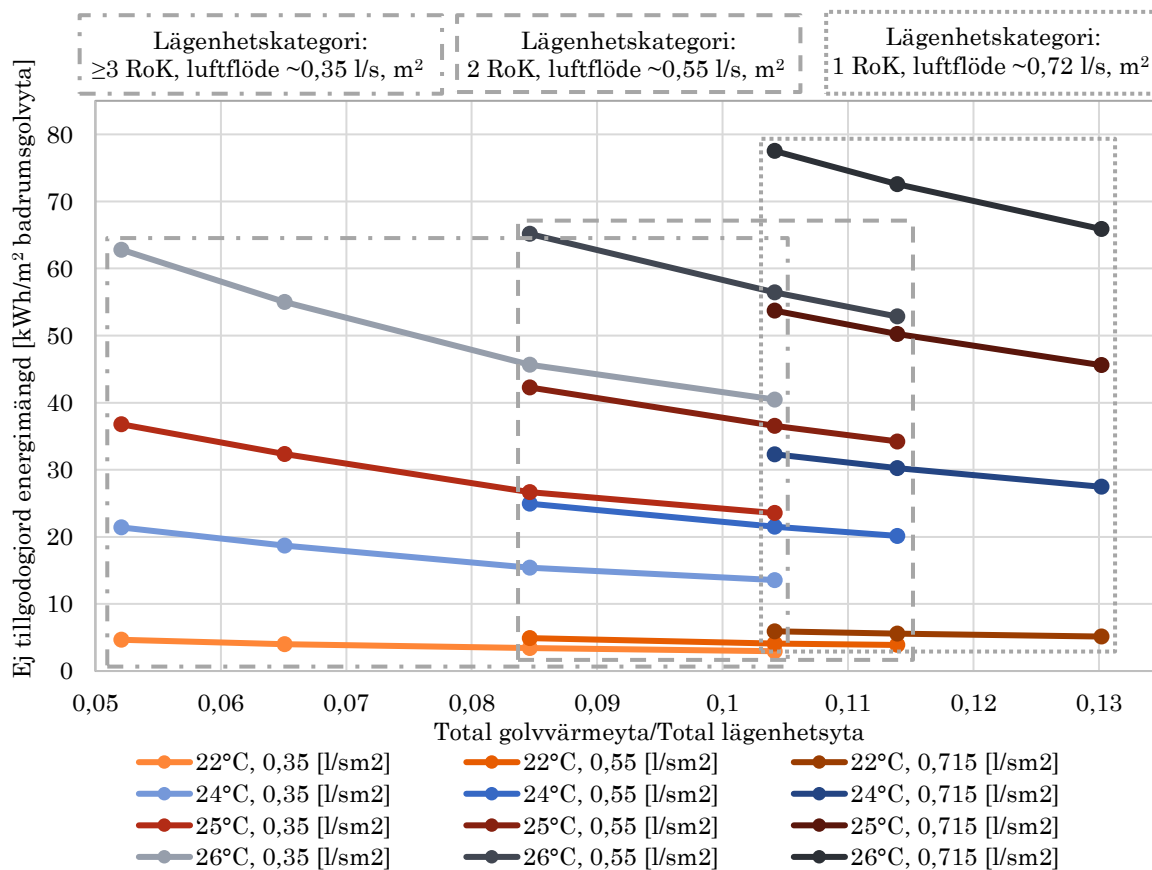
Figur 29 Parameterstudie 2 - Komfortgolvvärms energimängd vid olika golvvärmetemperaturer och luftflöden i Stockholm

I Figur 30 presenteras andel tillgodogjord energimängd från golvvärme vid olika temperaturer, luftflöden och förhållanden mellan golvvärmeyta och lägenhetsyta. Andelen tillgodogjord energimängd från komfortgolvvärmen är i stort sett konstant och förändras inte nämnvärt om ett mindre eller större badrum väljs i relation till lägenhetens storlek förutsatt att temperatur och luftflöde är oförändrat. Andelen tillgodogjord energimängd minskar dock tydligt vid högre specifika luftflöden och högre golvtemperaturer. Vid 22 °C golvtemperatur tillgodogörs ca 82-85 % av komfortgolvvärms energimängd och variationen är liten även om luftflöde ökar eller minskar. Som även konstaterats tidigare (Se Figur 20 och Figur 21) så minskar tillgodogjord värme från komfortgolvvärme med ökad temperatur. Vid högre temperaturer får även luftflöden större påverkan på tillgodogjord energimängd. Vid 24 °C golvtemperatur tillgodogörs ca 67 -78 % av komfortgolvvärms energimängd. Vid 26 °C golvtemperatur tillgodogörs ca 59-65 % av komfortgolvvärms energimängd.



Figur 30 Parameterstudie 2 - Andel tillgodgjord energimängd vid olika golvvärmetemperaturer och luftflöden i Stockholm

I Figur 31 redovisas ej tillgodgjord energi från komfortgolvvärmes årliga energianvändning i förhållande till golvyta vid olika temperaturer, luftflöden och förhållanden mellan golvvärmeyta och lägenhetsyta. Samma samband som beskrivs ovan, för Figur 29, ses i denna figur. Skillnaden i detta fall är att mängden ej tillgodgjord energi redovisas. Denna figur skulle kunna nyttjas i tidiga skeden för att uppskatta eventuell komfortgolvvärmes påverkan på ett flerbostadshus energiprestanda eftersom den ej tillgodgjorda energimängden är den försämring/ökning av specifik energianvändning som kan förväntas. Om man förenklat, med hjälp av Figur 31, beräknar ej tillgodgjord energimängd från komfortgolvvärme för en lägenhet, 1 RoK, 36 m^2 , med golvvärmekvot 0,13 och en lägenhet 4 RoK, 94 m^2 , med en golvvärmekvot om 0,07 blir resultatet för ej tillgodgjord energimängd förhållandevis lika. Två exempel i Bilaga B redogör tydligare för detta och för hur figurerna i detta avsnitt kan användas för att beräkna och ta hänsyn till komfortgolvvärme.



Figur 31 Parameterstudie 2 - Ej tillgodogjord energimängd [kWh/m² golvvärmearea] vid olika golvvärmetemperaturer och luftflöden i Stockholm.

4.4 Analys och diskussion

Resultatet för den förenklade statistiska beräkningen för 24°C och resultaten från simuleringar med konstant 24°C ger liknande resultat. Simuleringen ger högre energianvändning, sannolikt främst på grund av att simuleringen inkluderar att värme sprids från badrum till resten av lägenheten.

Installerad golvvärmeeffekt i denna analys är 50 W/m². Detta är lägre effekt än vanliga förekommande lösningarna på marknaden just nu. Anledningen till valet av 50 W/m² är att det helt enkelt inte behövs mer installerad effekt för att hålla önskad golvvärmetemperatur i nya byggnader idag. Det finns produkter på marknaden som har en uteffekt på 5 W/m värmekabel, vilket resulterar i 30-50W/m² [36], som är avsedd för komfortvärme i lågenergihus, passivhus och välisolerade byggnader med lågt effektbehov. Dessa nya typer av värmekablar med lägre effekt gör det enklare att möta kraven i Boverkets byggregler, på maximalt installerad eleffekt och kommer därför antagligen bli allt vanligare i framtiden. Högre installerad effekt leder endast till fler on/off i termostatregeringen.

I de flesta av komfortgolvvärmeinstallationerna som utförs idag används enkel termostatregering (värmeslingorna går oftast inte att kapacitetsreglera). Detta innebär att effekten är antingen på max eller helt av. Detta leder till en variation i golvets temperatur då ett visst börvärde skall hållas och beroende på regleringens upplösning närmar sig medeltemperaturen i golvet börvärdet med bättre eller sämre precision. I denna analys har PI-reglering använts på grund av simuleringstekniska skäl. Beräkningarna går fortare och resultaten mellan olika simuleringssfall blir lättare att jämföra då man kan utesluta problem i styrningen/regleringen av temperaturen. Skillnaden mellan PI-reglering, P-reglering samt

termostatreglering blev dock liten i analysen och skulle kunna anses ha mindre påverkan jämfört med andra faktorer som är svåra att simulera avseende brukarbeteende m.m., se Figur 23.

Vid en golvtemperatur på 22 °C, endast 1°C högre än inomhustemperaturen, uppstår problem med styrningen av golvvärmen. Detta beror på att reglerintervallet närmar sig samma storlek som regleringens inställda noggrannhet i IDA ICE. Detta innebär att regleringen inte gör någon större nytta vid låg golvvärmetemperatur. I vissa fall blir resultatet sämre med schemastyrning än utan. Vid högre temperaturer (och därav större reglerintervall) uppstår dock en tydlig nytta med schemastyrning i kombination med golvisolering. Schemastyrning utan golvisolering är dock ingen effektiv energisparande lösning då energi istället går till att värma upp stommen efter en tid då golvvärmeslingan varit avstängd och stommen kylts ned.

I denna analys har handdukstork försumrats. Handdukstorken skulle innebära en ytterligare internlast i badrummet och skulle förmodligen öka mängden icke tillgodgjord energimängd från komfortgolvvärmen. Även andra internlast i badrummet som värmeenergi från duschvatten, tvättmaskin och eventuell torktumlare försumrats i badrummet som separata laster. Dessa internlast ligger inlagda i övriga internlast i lägenhetszonen utanför badrummet och påverkar indirekt energibalansen från en annan zon.

Komfortgolvvärme i badrum som står i direkt kontakt med klimatskalet har på grund av avgränsningar inte medtagits i denna analys. I dessa fall är det mycket viktigt att noggrant isolera bjälklaget från ytterväggen för att inte skapa en större värmeförlust än förväntat vid bjälklagets och ytterväggens köldbryggor.

5 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

De tidigare genomförda studierna samt resultaten från dessa simuleringar visar att energianvändning för komfortgolvvärme kan variera kraftigt. Att därför nyttja fasta schabloner för dess energianvändning tar bort incitament för projekt att undersöka/utvärdera tekniska lösningar som kan ge låg energianvändning. Enkätundersökningen visar att golvvärme väljs bort för att klara projektspecifika energikrav, vilket sannolikt beror på den stora energianvändning som de fasta schablonerna innebär.

Enkätundersökningen visar även att kunskapsnivån avseende Sveby och våra byggregler är för låg. Det behövs mer utbildningsinsatser vilket skulle leda till mer förutsägbarhet och sundare konkurrens i byggbranschen.

Val av temperatur har störst påverkan på komfortgolvvärmens energianvändning. Frånluftsflöde i relation till badrumsgolvyta har också en tydlig påverkan. I takt med att bekvämligheter så som tvättmaskin och torktumlare) installeras i ökad omfattning kommer det sannolikt öka till högre luftflöden, som egentligen kanske bara krävs under de perioder då denna utrustning nyttjas. Därför skulle behovsstyrning kunna vara en åtgärd som blir mer intressant framöver. Den ej tillgodogjorda energimängden från komfortgolvvärmen (tillägget) varierar mindre än komfortgolvvärmens energimängd när olika parametrar varieras i analysen, men även denna ökar tydligt med ökad temperatur.

Vid 26 °C badrumsgolvtemperatur uppnås en energianvändning som ungefär motsvarar Svebys nuvarande schablon. Vid 24 °C golvtemperatur motsvarar ca 40 % av schablonen. 22 °C golvtemperatur motsvarar mindre än 10 % av schablonen.

För projekt som önskar att uppnå låg energianvändning för komfortgolvvärme rekommenderas följande:

- Sänk golvtemperaturen på komfortgolvvärmen, installera någon form av maxbegränsning.
- Golvisolering i badrummet kan minska energianvändningen med upp till 30 %.
- Golvisolering i kombination med schemastyrning i badrummet kan ytterligare minska energianvändningen, cirka 10 %-enheter upp till 40 %
- Rekommendera boende att hålla badrumsdörren stängd
- Väl isolerade badrumsväggar
- Isolera bjälklag

Analyserna och resultatet från simuleringar och parameterstudier har gett en tydligare bild över vilken effekt olika golvvärmetemperaturer och tekniska lösningar som golvisolering och schemastyrning har på komfortgolvvärmens energianvändning. Resultaten från detta projekt skulle kunna användas som underlag till Sveby för eventuell uppdatering av schablonen för komfortgolvvärme i badrum. Golvvärme bör kunna installeras i projekt och överenskommelse om avsteg från Svebys rekommendation skulle kunna göras förutsatt:

- Teknisk lösning är tydligt definierad
- Normalt brukande är definierat och de boende informeras om detta
- Beräkning/simulering utförs i projektet där det är möjligt att simulera komfortgolvvärme med hänsyn tagen till teknisk lösning och användande
- Mätning/verifiering genomförs i projektet så att det är möjligt att se om golvvärme används som avsett. För att möjliggöra eventuell korrigerig av uppmätt energianvändning

Som konstaterat är energianvändningen är starkt beroende av valet av golvvärmetemperatur och därav brukarnas beteende (dock endast om brukaren har möjlighet att reglera temperaturen). Baserat på resultatet från denna analys går det dock inte att dra några slutsatser om vad som kan anses som normalt brukande gällande komfortgolvvärme i badrum.

6 REFERENSER

1. Boverket, Boverkets Byggregler, BFS 2006:12 - BBR 12, Boverket, 2006: Karlskrona.
2. Boverket, Boverkets Byggregler, BFS 2011:26 - BBR 19, Boverket, 2011: Karlskrona.
3. Boverket, Boverkets Byggregler, BFS 2015:3 - BBR 22, Boverket, 2015: Karlskrona.
4. Parliament, E., Directive 2010/31/EU of the European Parliament and the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. 2010: Official Journal of the European Union.
5. Kempe, P., Installationssystem i energieffektiva byggnader - Förstudie. 2013, SBUF.
6. Sveby. Sveby - Standardisera och verifiera energiprestanda i byggnader. [cited 2016] Available from: www.sveby.org.
7. Levin, P., Brukarindata bostäder version 1.0. 2012: Sveby.
8. EQUA Simulation AB. EQUA Simulation AB. [cited 2016] Available from: <http://www.equa.se/en/>.
9. Blocon AB. Buildingphysics. [cited 2016] Available from: www.buildingphysics.com.
10. Lauenberg, P., Teknik och forskningsöversikt över fjärde generationens fjärrvärmeteknik. 2014, Institutionen för Energivetenskaper: LTH.
11. Saidzadeh, M., Energimodellering av ett flerbostadshus - en parameterstudie. Granskning av energianvändning och termisk komfort 2013, Kungliga Tekniska Högskolan.
12. Segerman, S., Beräkning av energianvändning i svenska småhus. 2011, Kungliga Tekniska Högskolan.
13. Sandberg, E., Energideklarering av bostadsbyggnader - Metoder för besiktning och beräkning. 2007.
14. Jonsson, V. and M. Lundberg, Energieffektiv projektering - Projektering för ett träffsäkert och energieffektivt slutresultat. 2009, Mälardalens högskola.
15. Nilsson, A. and C. Warfvinge, Undvik fel och fällor som ökar energianvändningen. 2008, Malmö: Sveriges Byggindustrier.
16. Almberg, S. and G. Mickel, Analys av energianvändningen i kvarteren Carolina och Jenny. 2010, Högskolan i Gävle.
17. Dahlberg, E., Energieffektivisering av uppvärmningssystem i småbostadshus. 2015, Umeå Universitet.
18. Larek, A. and J. Tran, Inverkan av värmesystem på termisk komfort i ett flerbostadshus med hänsyn till energianvändning. 2015, Kungliga Tekniska Högskolan.
19. Kempe, P., Nybyggt flerbostadshus med förvärmning med borrhålsvatten - HSB-FTX geoenergi utan värmepump. 2015: BeBo.
20. Persson, T. and R. Renström, Fjärrvärmedrivna vitvaror - Erfarenheter från utveckling, installationer och kostnadsberäkningar. 2013.
21. Persson, J., Fjärrvärmens livscykelkostnad för småhusägare i Örebro kommun. 2015, Uppsala Universitet.
22. Hess, A. and S. Kralmark, Värmedrivna vitvaror - Utvärdering ur ett tekniskt, ekonomiskt, klimat- och kundperspektiv med fokus på den hållbara stadsdelen Solbjer i Lund 2013, Lunds Tekniska Högskola.
23. Johansson, J., Energihushållning i byggnader - Historik och utveckling. 2009, Linköpings universitet.
24. Nowak, S., Reducing Energy Use of an Electric Floor Heating System and analyzing Thermal Comfort and Heat Transmission when using different Control Strategies 2014, University of Gävle.
25. Zimmerman, J.P., End-use metering campaign in 400 households In Sweden - Assessment of the Potential Electricity Savings. 2009: Energimyndigheten.
26. Uponor, VVS Handboken, Uponor 3.1 2016.
27. XL Bygg. Golvvärme. Available from: <https://www.xlbygg.se/sandviken/tipsochrad/golv/golv-med-golvvarme> [cited 2016].
28. GVK. Elburen golvvärme. Available from: <https://www.gvk.se/branschregler/golv/golvvarme/elburen-golvvarme> [cited 2016].
29. Pentair, NRG-temp. 2016.
30. Boverket, Energihushållning enligt Boverkets Byggregler, utgåva 2. 2012: Karlskrona.

31. Sveby. Energianvisningar Version 1.0 - 2012-10-22. 20 [cited 2016] Available from: <http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/11/Energianvisningar-Sveby-Version-1.0-2012-11-06.xls>.
32. Boverket, Förslag till svensk tillämpning av nära-nollenergibyggnader. 2015: Karlskrona.
33. Sveriges Centrum för Nollenergihus, Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus. 2012.
34. Levin, P., A. Clarholm, and C. Andersson, Nya klimatfiler för energiberäkningar. 2016: Lågan-rapport.
35. Berggren, B., Evaluating building envelopes for energy efficient buildings : energy- and moisture performance considering future climate change. Report EBD-T: 13:16. 2013: Lund : Division of Energy and Building Design, Department of Architecture and Built Environment, Lund Institute of Technology, Lund University, 2013.
36. Pentair, Raychem T2Green golvvärmekabel. 2016.

7 BILAGOR

7.1 Bilaga A – Enkätfrågor

1. Vad är dina huvudsakliga arbetsuppgifter idag?
(Flera alternativ möjliga)
 - a. Energiberäkningar/simuleringar
 - b. Inneklimatsimuleringar
 - c. Installationsledning/samordning
 - d. Projekteringsledning/samordning
 - e. Installationsprojektering (VVS, Styr m.m.)
 - f. Arkitekturprojektering
 - g. Konstruktionsprojektering
 - h. Byggfysikrelaterade uppgifter
 - i. Annat, vänligen ange
2. Hur många års yrkeserfarenhet har ni från energirelaterade arbetsuppgifter?
(exempelvis kravställande/beställare, energiberäkningar/simuleringar, installationsledning, projekteringsledning osv.)
 - a. 0-1 år
 - b. 2-5 år
 - c. >5 år
3. Utför du energiberäkningar för byggnaders specifika energianvändning enligt BBR?
 - a. Ja
 - b. Nej
4. *Följdfråga för de som svarat "ja" på Q3*
Vilket/vilka energiberäkningsprogram använder du för att beräkna byggnaders specifika energianvändning enligt BBR?
(Flera alternativ möjliga)
 - a. VIP Energy
 - b. IDA ICE
 - c. Enorm
 - d. BV2
 - e. TMF Energi
 - f. Energy+
 - g. Riuska
 - h. Isover energi
 - i. TrnSys
 - j. Annan, vänligen ange
5. Om komfortgolvvärme installeras i badrum, inkluderas dess energianvändning i byggnadens specifika energianvändning/BBR-prestanda?
 - a. Ja, oavsett om annan värmekälla finns i badrum
 - b. Inkluderas enbart om annan värmekälla saknas
 - c. Nej, inkluderas ej
 - d. Vet ej
 - e. Annat, vänligen ange

6. Om det finns komfortgolvvärme i ett projektet, tas det hänsyn till detta i projektets energiberäkningar?
- Alltid
 - I mer än hälften av projekten
 - I ungefär hälften av projekten
 - I mindre än hälften av projekten
 - Aldrig
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange
7. *Följdfråga för de som svarat "ja" på Q3*
I projekt som installerare komfortgolvvärme i badrum använder du en schablon för dess energianvändning?
- Ja, läggs till på beräknad hushållsenergi
 - Ja, läggs till på beräknad värmeenergi/fastighetsenergi
 - Nej, det simuleras
 - Nej, tar ej hänsyn till komfortgolvvärme
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange
8. *Följdfråga för de som svarat "nej" på Q3*
I projekt som installerare komfortgolvvärme i badrum används en schablon för dess energianvändning?
- Ja, läggs till på beräknad hushållsenergi
 - Ja, läggs till på beräknad värmeenergi/fastighetsenergi
 - Nej, det simuleras
 - Nej, tar ej hänsyn till komfortgolvvärme
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange
9. *Följdfråga för de som svarat "ja" på Q7 eller Q8*
Hur stort är det schablonpåslag som används?
- 300 kWh/lgh, år
 - 700 kWh/lgh, år
 - 1000 kWh/lgh, år
 - 300 kWh/badrum, år
 - 700 kWh/badrum, år
 - 1000 kWh/badrum, år
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange
10. Känner du till att SVEBYs (www.sveby.org) rekommendera nedanstående?
"I de fall komfortgolvvärme i badrumsgolv förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad tillhushållselen."
- Ja
 - Nej
11. *Följdfråga för de som svarat "ja" på Q10*
Används det tillägget i de projekt du arbetar i?
- Ja, läggs till på beräknat resultatets hushållsenergi
 - Ja, läggs till på beräknat resultatets värmeenergi/fastighetsenergi
 - Nej, det simuleras
 - Nej, tar ej hänsyn till komfortgolvvärme
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange

12. Om tillägget för komfortgolvvärme nyttjas (enligt SVEBYs rekommendationer, 1000 kWh/lgh), läggs detta till på det simulerade/beräknade resultatet eller görs någon form av korrigering/justering av schablonen?
 - a. Tillägget nyttjas utan korrigering
 - b. Korrigering/justering görs
 - c. Vet ej
 - d. Annat, vänligen ange
13. *Följdfråga för de som svarat "Korrigering/justering görs" på Q12*
Vilken korrigering utförs?
 - a. 30 % av värdet (dvs 300 kWh/lgh) hanteras som ett tillägg på simulerat/beräknat resultat
 - b. 50 % av värdet (dvs 500 kWh/lgh) hanteras som ett tillägg på simulerat/beräknat resultat
 - c. 70 % av värdet (dvs 700 kWh/lgh) hanteras som ett tillägg på simulerat/beräknat resultat
 - d. Vet ej
 - e. Annan korrigering, vänligen ange
14. I de projekt du är verksam i, används ett annat erfarenhetsvärde för golvvärme istället för de rekommendationer som SVEBY ger?
 - a. Ja
 - b. Nej
 - c. Vet ej
15. *Följdfråga för de som svarat "Ja" på Q14*
Vad baseras detta erfarenhetsvärde på och hur implementeras/används det i projekten?
 - a. Fritextsvar
16. Om komfortgolvvärme simuleras (istället för att använda schablontillägg), hur modelleras detta?
 - a. Modellerar med ett golvvärmesystem i badrum som styr mot en högre temperatur än resterande del av hus
 - b. Modellerar med badrum (som separat zon/del) med en högre interlast som motsvarar förväntad energianvändning för golvvärme
 - c. Modellerar med badrum (som separat zon/del) med en högre interlast som motsvarar 70 % av förväntad energianvändning för golvvärme (resterande del antas inte kunna tillgodogöras)
 - d. Modellerar hela byggnaden med en högre interlast som motsvarar förväntad energianvändning för golvvärme
 - e. Modellerar hela byggnaden med en högre interlast som motsvarar 70 % av förväntad energianvändning för golvvärme (resterande del antas inte kunna tillgodogöras)
 - f. Simulerar ej golvvärme
 - g. Vet ej
 - h. Annat, vänligen ange
17. Har du/er organisation planer på att följa upp/utveckla/se över detta påslag/hantering av golvvärme i energiberäkningar?
 - a. Ja
 - b. Nej

18. Anser du att nuvarande hantering av golvvärme i energiberäkningar innebär att det är svårt att klara energiprestanda/krav i projekt med energiprestandakrav som är tuffare jämfört med BBRs nuvarande krav?
- Ja
 - Nej
 - Vet ej
19. Har du erfarenheter av projekt där komfortgolvvärme aktivt väljs bort på grund av att man inte klara uppsatta energiprestandakrav med komfortgolvvärme?
- Ja
 - Nej
 - Vet ej
20. Om komfortgolvvärme är tillval i ett flerbostadshus och energiberäkning utförs innan tillval är kända, vad görs för antaganden avseende komfortgolvvärme?
- Antar att komfortgolvvärme installeras i samtliga bostäder
 - Antar att komfortgolvvärme installeras i samtliga 75 % av lägenheterna
 - Antar att komfortgolvvärme installeras i samtliga 50 % av lägenheterna
 - Antar att komfortgolvvärme installeras i samtliga 25 % av lägenheterna
 - Antar att komfortgolvvärme installeras i samtliga 0 % av lägenheterna
 - Vet ej
 - Annat, vänligen ange
21. SVEBY (www.sveby.org) anger:
"I de fall komfortgolvvärme i badrumsgolv förekommer, bör ett tillägg göras med 1000 kWh/lägenhet och år för uppvärmning, även om golvvärmen är kopplad tillhushållselen. Tillgodogjord andel för driftel (fastighetsel) får anses vara samma som för hushållselen, dvs 70 %."
Hur tolkar/anser du att detta ska implementeras i samband med energisimuleringar/beräkningar?
- Simulering/beräkning utförs utan golvvärme. Därefter görs ett tillägg om 1000 kWh/lägenhet på beräknad specifik energianvändning
 - Simulering/beräkning utförs utan golvvärme. Därefter görs ett tillägg om 1000 kWh/lägenhet för golvvärme som inkluderas i specifik energianvändning. Simulerat energibehov för uppvärmning minskas samtidigt med 700 kWh/lägenhet
 - Simulering/beräkning utförs utan golvvärme. Därefter görs ett tillägg om 300 kWh/lägenhet som inkluderas i specifik energianvändning.
 - Annat, vänligen ange
22. Har du övriga synpunkter/feedback du vill delge oss?
- Fritextsvar
23. Tack för din medverkan!
Vill du vara med i utlottning om två biobiljetter, ange epost-adress
- Fritextsvar

7.2 Bilaga B – Beräkningsexempel

Beräkningsexempel 1 – En etta i "Kv Murklan"

En etta med 22°C, 24°C & 26°C badrumsgolvtemperatur

Lägenhetsyta:	36 m ²
Badrumsyta:	4.6 m ²
Bad/lgh	4.6/36 = 0,128
Luftflöde	0,71 l/s m ²

Från diagram:

Ej tillgodogjord energimängd 22 °C : 5 kWh/m² badrumsgolvyta

Ej tillgodogjord energimängd 24 °C : 28 kWh/m² badrumsgolvyta

Ej tillgodogjord energimängd 26 °C : 67 kWh/m² badrumsgolvyta

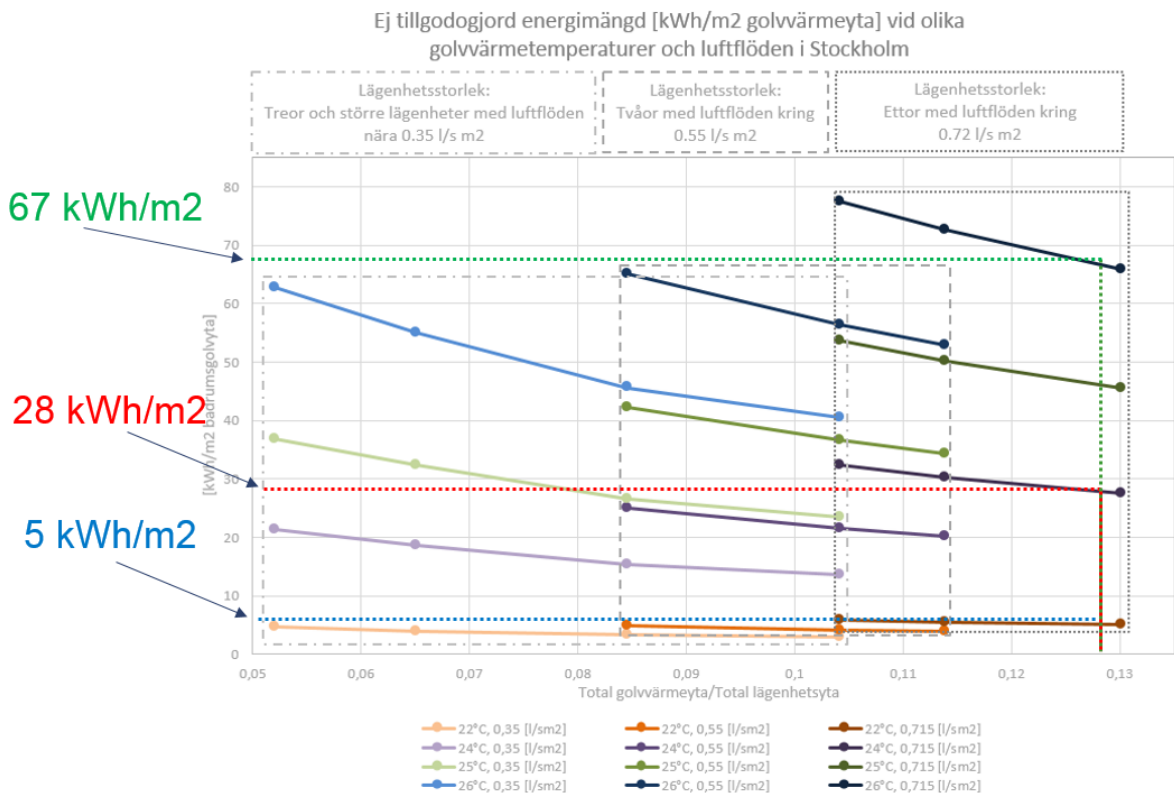
Beräkning:

Ej tillgodogjord energimängd 22 °C : 5 x 4.6 = 23 kWh/lgh

Ej tillgodogjord energimängd 24 °C : 28 x 4.6 = 129 kWh/lgh

Ej tillgodogjord energimängd 26 °C : 67 x 4.6 = 308 kWh/lgh

(Sveby 300 kWh/lgh)



Beräkningsexempel 2 – En fyra i ”Östra Huset”

En fyra med 22 °C, 24 °C & 26 °C badrumsgolvtemperatur

Lägenhetsyta:	94 m ²
Badrumsyta:	7 m ²
Bad/lgh	7/94 = 0,075
Luftflöde	0,35 l/s m ²

Från diagram:

Ej tillgodogjord energimängd 22 °C : 3,5 kWh/m² badrumsgolvyta

Ej tillgodogjord energimängd 24 °C : 17 kWh/m² badrumsgolvyta

Ej tillgodogjord energimängd 26 °C : 50 kWh/m² badrumsgolvyta

Beräkning:

Ej tillgodogjord energimängd 22 °C : 3,5 x 7 = 25 kWh/lgh

Ej tillgodogjord energimängd 24 °C : 17 x 7 = 119 kWh/lgh

Ej tillgodogjord energimängd 26 °C : 50 x 7 = 350 kWh/lgh

(Sveby 300 kWh/lgh)

